ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 DÉCEMBRE 1907,

PRÉSIDENCE DE M. A. CHAUVEAU.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. **Darboux**, en présentant le Volume publié par l'éditeur H. Laurens et intitulé : *L'Institut en France,* Volume qui fait partie de la collection des *Grandes institutions de France,* s'exprime en ces termes :

J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Volume qui l'intéressera certainement, car il traite de l'organisation et de l'histoire de l'Institut et des Académies qui le composent. Tout ce qui concerne les bâtiments et le Palais Mazarin a été écrit par M. Franklin, administrateur honoraire de la Bibliothèque Mazarine. Les questions d'ordre général qui se rapportent à la création et au fonctionnement de l'Institut ont été traitées par M. Georges Perrot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres. Enfin, les Notices relatives aux différentes Académies ont été préparées par leurs Secrétaires perpétuels. Je ne pouvais, dans les 50 pages réservées à l'Académie des Sciences, songer à écrire son histoire, qui serait celle du développement des Sciences mathématiques, physiques et naturelles dans notre pays. Je me suis attaché surtout à donner une idée nette de son organisation aux diverses époques, de la situation élevée qu'elle a su se faire dans l'estime publique, des services qu'elle a rendus, qu'elle rend encore à la fois à la Science et au pays.

Créée en 1666 pour continuer une Société indépendante dont l'histoire est mal connue, elle a subi des réformes en 1699, en 1715, en 1785. Mais ces transformations n'ont été ni radicales ni contradictoires. Chacune s'est vue, en quelque sorte, confirmée et amplifiée par la suivante; et toutes n'ont eu d'autre résultat que de l'acheminer vers la constitution qui, depuis plus d'un siècle, la régit sans modification. L'ancienne Académie des Sciences est peut-être le plus parfait modèle de ces institutions qui, nées

d'une pensée juste et élevée, ont su dégager et réaliser de la manière la plus complète les vues et les espérances de leurs fondateurs.

Les dernières pages de ma Notice sont consacrées à la nouvelle Académie. J'y fais connaître son organisation, ses travaux, ses publications si nombreuses; je rappelle l'éclat incomparable dont elle a brillé au cours du siècle qui vient de finir. Tout annonce que les Académiciens du xxe siècle sauront maintenir et accroître la gloire et la réputation de leurs illustres devanciers des trois siècles précédents.

De nombreux portraits, des illustrations que l'éditeur a choisies avec le goût et le discernement qui lui sont habituels, ajoutent à l'intérêt de cette publication.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Appareil destiné aux astres formés de gaz et de particules, et capable de donner séparément l'image de chacun des deux éléments.* Note de M. H. **Deslandres**.

Dans une Note récente du même Tome (*Comptes rendus*, t. CXLV, p. 843), j'ai exposé un plan général d'organisation pour l'étude physique complète des comètes et, en particulier, j'ai conseillé l'emploi de chambres photographiques qui, complétées par des écrans colorés convenables, donnent une image spéciale de la comète et de sa queue, image formée exclusivement par la lumière de leurs particules (1). Les comètes, le noyau mis à part, sont constituées par des particules et des gaz, les particules étant révélées par le spectre continu qui est émis, et les gaz par le spectre discontinu et ses raies ou bandes, généralement peu nombreuses. Or les écrans colorés que traverse la lumière cométaire doivent arrêter la lumière des gaz et laisser passer en partie celle des particules. L'image finale obtenue est donc l'image des particules seules.

Cette méthode a été appliquée avec succès, par Deslandres et Blum, aux protubérances solaires pendant l'éclipse totale du Soleil de 1905 (2); elle a

(1) L'image des particules seules n'a pas encore été obtenue et doit surtout fixer l'attention. L'image des gaz, d'autre part, a été déjà étudiée avec la chambre prismatique qui, même, donne une image spéciale pour chacune des radiations gazeuses, au moins lorsque la dispersion est suffisante.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLII, 1906, p. 741, 817 et 1009. D'ailleurs, cette méthode des écrans colorés avait été appliquée auparavant avec succès aux nébuleuses, par

fourni une image des particules qui est différente de celle des gaz. Mais les écrans colorés dont on dispose actuellement sont encore en petit nombre et ne conviennent pas à toutes les régions du spectre; la méthode, recommandable parce qu'elle est simple, peut être souvent mise en défaut. Je suis ainsi conduit à présenter une autre méthode, un autre dispositif qui conduit plus sûrement au même résultat et qui est applicable à tous les spectres et à tous les cas.

La question vaut, en effet, la peine qu'on s'y arrête. Cette composition avec des gaz et des particules n'est pas particulière aux comètes; elle est très générale et se retrouve dans les nébuleuses et aussi dans tous les autres astres, ou tout au moins dans leurs atmosphères (1). Les gaz s'y montrent dans d'immenses espaces en même temps que les particules, la masse totale de matière étant probablement très faible, eu égard au volume occupé. Or la répartition exacte des molécules gazeuses dans ce volume, leur lien précis avec les particules et la cause de l'illumination des gaz et aussi des particules, qui ont souvent aussi une lumière propre, sont encore choses inconnues. Mais, si l'on peut séparer dans deux images distinctes les deux éléments ou, plus exactement, la matière qui émet un spectre continu et la matière du spectre discontinu, ces données nouvelles seront certainement utiles à la solution des questions encore pendantes (2).

Le dispositif suivant, applicable à tous les cas, peut fournir le résultat cherché. Il comprend essentiellement (voir *fig.* 1) : 1° une chambre prismatique avec le prisme *a* et une chambre *bc* dont le plan focal est en *c*; 2° une

---

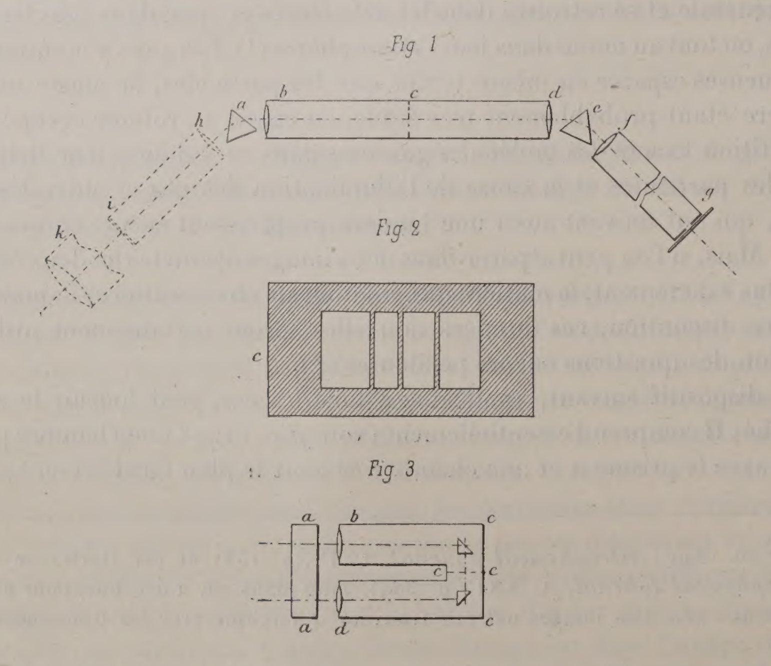
Keeler en 1899 (*Astrophysical Journal,* t. IX, p. 153) et par Hartmann en 1905 (*Astrophysical Journal,* t. XXI, p. 389), mais dans un autre but, pour avoir les images des gaz. Ces images ont été trouvées différentes avec les différentes radiations.

(1) Notre atmosphère, par exemple, est un mélange de gaz et de particules, illuminé le jour par la diffusion des rayons solaires. Son image est en grande partie, sinon en totalité, une image de particules seules; car un rayon solaire qui traverse une colonne d'air privée de poussières, ou particules, est invisible.

(2) Le spectre discontinu est dû aux gaz, et le spectre continu est attribué généralement à des particules solides ou liquides; mais, sur ce dernier point, il peut y avoir un léger doute. Car les gaz, illuminés dans les tubes de Geissler, émettent, outre leurs raies caractéristiques, un spectre continu plus ou moins faible. Ce dernier spectre peut tenir simplement à des particules arrachées aux parois du verre par la décharge. En tout cas, il est utile d'avoir les images qui correspondent aux deux spectres, images dont les intensités totales ont un rapport très variable pour les différentes comètes ou nébuleuses.

seconde chambre prismatique *cde* symétrique de la première, au sens géométrique du mot, par rapport au plan focal *c*, l'objectif *d* et le prisme *e* étant identiques à l'objectif *b* et au prisme *a*.

Lorsque le faisceau complexe de rayons parallèles, émané de l'astre, traverse la première chambre *abc*, il est divisé par le prisme *a* en faisceaux élémentaires, qui donnent chacun une image distincte de l'astre dans le plan focal *c* (ces dernières images étant appelées *images élémentaires*). Si, ensuite, les faisceaux élémentaires traversent tous la seconde chambre *cde*, qui produit un effet exactement inverse de celui de la première, ils se réu-



nissent de nouveau en un même faisceau complexe de rayons parallèles à la sortie du prisme *e*. Une troisième chambre sans prisme *fg*, qui reçoit ce dernier faisceau, donne alors l'image ordinaire de l'astre. Mais, si dans le plan focal *c* on place des écrans opaques qui recouvrent exactement une ou plusieurs images élémentaires, par exemple toutes les images des gaz, les faisceaux restants, dus aux particules, arrivent seuls sur la dernière chambre *fg*, qui donne ainsi l'image des particules seules.

Avec la comète Daniel *d* 1907, en particulier, la queue (supposée parallèle aux arêtes des prismes) aurait donné dans le plan focal *c* trois images gazeuses seulement; il aurait suffi, pour les arrêter, de placer en *c* un dia-

phragme, de la forme représentée dans la figure 2, et comparable à un filtre. On photographie d'abord le spectre en *c* et, avec l'épreuve obtenue, on découpe dans une lame mince de carton ou de métal le filtre-diaphragme dont les pleins correspondent aux radiations à éliminer, et qui est disposé de manière à prendre la place de la plaque. Ces moyens simples assurent la photographie des particules. Si, en outre, on emploie un second filtre qui soit complémentaire du premier, dont les pleins correspondent exactement aux vides du précédent, on a, au contraire, l'image des gaz seuls.

En résumé, l'appareil peut donner successivement trois images, qui sont l'image des gaz et particules réunis, et les deux images des gaz et des particules séparés. Avec d'autres filtres, on aurait facilement encore d'autres images, qui seraient peut-être également utiles.

De plus, pour assurer un contrôle, il convient de joindre à l'appareil *abcdef* une chambre sans prismes telle que *fg*, et une chambre prismatique telle que *abc*, qui sont dirigées en même temps sur l'astre étudié. La première donne l'image ordinaire de l'astre, et la seconde, utile seulement avec les astres variables, comme les comètes, permet de vérifier que, pendant l'observation, le spectre n'a pas varié.

Cependant le dispositif proposé peut être en défaut lorsque les images élémentaires à masquer sont trop rapprochées, ce qui a lieu avec des radiations gazeuses trop nombreuses ou avec des astres dont le diamètre apparent angulaire est grand dans le sens de la longueur du spectre. On remédie à ces inconvénients avec une dispersion suffisante, ou en étudiant l'astre par petites portions successives.

Dans ce dernier cas, on complète le dispositif par les organes *hi* et *k*, marqués en pointillé sur la figure 1; la partie *hi* est un collimateur dont la fente *i* reçoit l'image de l'astre donnée par l'objectif astronomique *k*, et limite plus ou moins la portion de l'astre soumise à l'examen. L'organe complémentaire *hik* est à recommander lorsqu'on veut tirer parti d'un grand objectif astronomique pour étudier avec détails toutes les parties de l'astre. L'appareil est alors fixé à l'extrémité d'un équatorial; et si on le trouve trop long, on peut recourir à la variante qui est esquissée dans la figure 3, et qui représente une section faite par la ligne *bc*, perpendiculairement au plan de la figure 1. Les faisceaux issus de *b* sont renvoyés vers le même côté par deux prismes à réflexion totale et le prisme *e* se confond avec le prisme *a* qui est agrandi. L'encombrement est diminué de moitié, mais avec quatre réflexions normales en plus.

L'appareil complet (*abcdefghik*) peut être rapproché du spectrohélio-

graphe polychrome à trois fentes (dont une multiple), que j'ai décrit dans plusieurs Notes antérieures ([1]), et qui fournit en temps ordinaire l'image des vapeurs ou des particules dans la chromosphère solaire. Ce spectrohéliographe correspond au cas limite, noté déjà plus haut comme difficile, où les raies gazeuses sont extrêmement nombreuses et rapprochées. La fente *i* doit alors être fine et l'appareil ne donne qu'une ligne de l'image. Pour avoir l'image entière, il faut intégrer ces lignes et recourir aux mouvements continus qui caractérisent les spectrohéliographes et qui ne sont applicables qu'avec les astres d'un grand éclat. Ces mouvements complexes ne sont pas nécessaires dans l'appareil, à certains égards plus général, que je décris ici, et que l'on peut nommer *spectro-séparateur*. Les spectrohéliographes, qui pourraient aussi porter ce dernier nom, ont été classés parmi les appareils dits *spectro-enregistreurs*.

En résumé, les descriptions et figures qui précèdent suffisent à donner une idée nette du dispositif nouveau et de son principe. L'appareil est aisément applicable aux comètes, aux nébuleuses, à la chromosphère moyenne et supérieure du Soleil dans les éclipses et même aussi à la couronne ([2]).

TOXICOLOGIE. — *Sur la prétendue toxicité des Haricots de Hongrie.* Note de M. L. GUIGNARD.

Dans mes recherches de l'an dernier sur le Haricot à acide cyanhydrique ou *Phaseolus lunatus* L. ([3]), j'ai appelé l'attention sur certains caractères anatomiques permettant de distinguer facilement les nombreuses variétés de nos Haricots indigènes de celles de cette espèce exotique.

Le plus saillant de ces caractères consiste en ce que, chez les Haricots indigènes, le tégument de la graine possède une assise cellulaire spéciale dans laquelle il existe toujours des cristaux d'oxalate de calcium, tandis

---

([1]) *Comptes rendus,* t. CXXXVIII, 1904, p. 1378, et t. CXLIII, 1906, p. 1210.

([2]) L'appareil, complété par une pile ou un bolomètre, pourrait servir aussi à isoler dans le spectre de notre atmosphère les bandes de la vapeur d'eau, et à évaluer la proportion variable de cette vapeur dans l'air atmosphérique.

([3]) *Le Haricot à acide cyanhydrique,* Phaseolus lunatus *L.* (*Comptes rendus,* 6 mars 1906). — *Le Haricot à acide cyanhydrique. Étude historique, botanique et chimique. Nouveau procédé pour déceler l'acide cyanhydrique* (*Bull. des Sciences pharmacologiques,* 1906).

que, chez les Haricots à acide cyanhydrique, ces cristaux font complètement défaut.

Comme, au cours de ces observations, l'existence d'un principe cyanhydrique n'avait été constatée dans aucune des variétés fournies par le *Ph. vulgaris* L. et le *Ph. multiflorus* Willd. que l'on cultive en Europe pour l'alimentation, la présence des cristaux d'oxalate de calcium dans la graine pouvait être considérée comme une indication d'autant plus avantageuse, pour distinguer les Haricots qui renferment le composé toxique de ceux qui en sont dépourvus, qu'il suffit de quelques minutes pour leur recherche au microscope.

Mais, si l'on en croit les résultats d'un travail publié récemment par MM. Evesque, Verdier et Bretin (¹), à la suite d'analyses faites au Laboratoire d'expertises chimiques du 14ᵉ Corps d'armée, à Lyon, des échantillons de Haricots de Hongrie, possédant des cristaux d'oxalate de calcium dans leur tégument séminal, auraient donné une proportion assez notable d'acide cyanhydrique.

Les auteurs de ce travail ont constaté que ces graines ne présentaient pas les caractères extérieurs de celles du *Ph. lunatus;* en outre, l'examen de sept graines, en passant des plus petites aux plus grosses, montra que leur structure était la même que dans le *Ph. vulgaris,* le tégument séminal renfermant des cristaux d'oxalate de calcium semblables à ceux qu'on observe dans cette dernière espèce.

Un essai qualitatif, pratiqué au moyen du papier au picrate de sodium, aurait donné, d'après ces chimistes, un résultat positif, la coloration jaune citron de ce papier ayant viré très rapidement au rouge grenat; de plus, à l'ouverture du flacon, on percevait très nettement l'odeur caractéristique de l'acide cyanhydrique.

L'extraction de ce corps ayant été faite en soumettant à la distillation les Haricots pulvérisés et mis à macérer, pendant 12 heures, dans de l'eau distillée additionnée d'acide tartrique, le dosage par la méthode cyano-argentimétrique de M. Denigès fournit un taux d'acide cyanhydrique de $0^g,0342$ pour 100^g de graines.

Les trois collaborateurs terminent leur Note par les conclusions suivantes :

« Les caractères morphologiques et histologiques sont insuffisants pour se prononcer sur la non-toxicité des Haricots.

» L'intensité de la coloration du papier au picrate de sodium et sa rapidité de production ne peuvent que servir d'indication sur la plus ou moins grande quantité de glucoside cyanhydrique.

(¹) *Haricots toxiques,* dits *de Hongrie* (*Journal de Pharmacie et de Chimie,* numéro du 16 octobre 1907). Travail présenté à la Société de Pharmacie le 2 octobre

» Le dosage effectué suivant le *modus operandi* indiqué permet de connaître, utilement et rapidement, la teneur exacte en glucoside cyanhydrique. »

Bien que je n'eusse aucunement prétendu qu'on ne rencontrerait jamais de composé cyanhydrique dans des Haricots possédant des cristaux d'oxalate de calcium, les résultats qui précèdent pouvaient néanmoins paraître d'autant plus sujets à caution que, parmi les nombreuses variétés de Haricots examinées par moi l'an dernier, se trouvaient précisément des graines vendues sous le nom de *Haricots de Hongrie*. Or elles ne renfermaient pas de glucoside cyanhydrique.

D'autre part, je dois faire remarquer que, si l'on voulait doser l'acide cyanhydrique fourni par des Haricots, contenant réellement ce glucoside, en se servant du procédé d'extraction préconisé par les chimistes de Lyon, on s'exposerait à une erreur qui pourrait être assez grave.

Par conséquent, en présence des résultats publiés par ces auteurs, il est nécessaire, d'abord de rechercher si les Haricots de Hongrie renferment effectivement un glucoside cyanhydrique, ensuite de mettre en évidence la cause d'erreur que comporte le *modus operandi* dont il vient d'être question.

I. Grâce à l'obligeance de plusieurs importateurs ou négociants ([1]), je me suis procuré de nouveau des échantillons de Haricots de Hongrie de provenance authentique. Ils se composaient de graines blanches, petites, de forme ovoïde renflée, semblables sous tous les rapports à celles que j'avais étudiées antérieurement. Pour 7 échantillons différents, le poids de 100 Haricots se trouvait compris entre 22^g et 24^g; il était de 23^g pour les graines examinées à Lyon. En somme, les caractères extérieurs correspondaient bien à ceux qui avaient été indiqués par M. Evesque et ses collaborateurs.

Examinés au microscope, tous ces échantillons ont montré des cristaux d'oxalate de calcium, mais aucun n'a donné la moindre trace d'acide cyanhydrique.

D'où peut donc provenir la discordance des résultats sur ce dernier point ? Les graines analysées à Lyon n'étaient-elles pas de même nature, ou bien avaient-elles été mélangées avec certaines variétés blanches du Haricot à acide cyanhydrique ?

M. le Dr Vaillard, Directeur de l'École de Santé militaire de Lyon,

([1]) Je remercie, en particulier, M. Léon Collin, de Paris, et M. Piazza, président du Syndicat du Commerce des légumes secs et graines de Marseille.

voulut bien me transmettre un flacon, cacheté et étiqueté, renfermant un petit échantillon de graines qui lui avait été remis officiellement par M. Evesque lui-même. Ces graines provenaient du lot de Haricots qui avaient donné, comme on l'a vu, $0^g,0342$ pour 100 d'acide cyanhydrique.

L'échantillon se composait de 20 graines seulement, toutes les autres ayant été, paraît-il, employées pour les recherches publiées par les trois chimistes. Elles présentaient, au point de vue de la forme, de la couleur et du poids, des caractères absolument identiques à ceux des Haricots de Hongrie que j'avais reçus antérieurement.

Sur les 20 graines, on en préleva 15 qui furent examinées au microscope et montrèrent des cristaux d'oxalate de calcium. Les morceaux de ces 15 graines, pesant $3^g,50$, furent ensuite pulvérisés et introduits dans un petit ballon avec une dizaine de grammes d'eau distillée.

Suspendu dans le ballon, le papier picro-sodé ([1]) fraîchement préparé *ne prit pas la moindre coloration indiquant la présence de l'acide cyanhydrique.*

Tout autre eût été le résultat si ces graines avaient renfermé un glucoside cyanhydrique, même en très faible quantité. En effet, pour voir apparaître, après quelques heures, la coloration caractéristique du papier, il a suffi d'employer $0^g,50$ de poudre de Haricots de Birmanie, qui ne donnaient que $0^g,020$ pour 100 d'acide cyanhydrique (par conséquent $0^g,0001$ pour $0^g,50$), et même la coloration se manifestait encore, du jour au lendemain, avec $0^g,25$ de la même poudre, représentant le poids moyen d'un seul de ces Haricots.

Soumis ensuite à la distillation dans des conditions appropriées, le contenu du ballon *ne fournit pas non plus la moindre trace d'acide cyanhydrique.*

([1]) Le procédé de recherche qualitative de l'acide cyanhydrique au moyen du *papier picro-sodé* a été signalé d'abord dans ma Note à l'Académie (5 mars 1906). Peut-être n'est-il pas superflu de faire remarquer ici que, si l'on se contentait d'imprégner un papier à filtrer d'une solution neutre de picrate de sodium, on n'obtiendrait pas la moindre coloration en présence des vapeurs d'acide cyanhydrique. Il est nécessaire que la solution soit très alcaline.

La préparation du papier réactif, décrite dans ma Note, peut être faite plus rapidement de la façon suivante :

A une solution aqueuse d'acide picrique à 1 pour 100, obtenue à chaud, on ajoute, avant refroidissement complet, 10^g de carbonate de sodium cristallisé pour 100^g de la solution. Le sel de sodium se dissout très rapidement en donnant un liquide limpide (à froid, il y aurait formation d'un précipité). Il suffit ensuite d'y tremper du papier à filtrer. Avec la dose de sel de sodium ci-dessus indiquée, le papier présente son maximum de sensibilité.

Il ne m'appartient pas de rechercher d'où pouvait provenir l'acide cyanhydrique obtenu dans les analyses faites au laboratoire de Lyon. En tout cas, la présence de cristaux d'oxalate de calcium dans toutes les graines examinées exclut l'hypothèse d'un mélange de Haricots indigènes avec le *Ph. lunatus*. Les variétés de cette dernière espèce, quelles qu'elles soient, se reconnaissent d'ailleurs facilenent par le seul examen des caractères extérieurs.

2. Voyons maintenant quelle est la valeur du procédé d'extraction de l'acide cyanhydrique employé au laboratoire de Lyon.

Ce procédé comporte, avant la distillation, une macération préalable, pendant 12 heures, de 25g de poudre de Haricots, dans 250g d'eau distillée additionnée de 1g d'acide tartrique. C'est sur cette intervention de l'acide tartrique qu'il est nécessaire d'attirer l'attention.

On sait que l'acide cyanhydrique fourni par les graines du *Ph. lunatus* provient du dédoublement du glucoside phaséolunatine (ou linamarine) sous l'influence d'une émulsine. L'acide tartrique n'exerce-t-il aucune action sur ce dernier ferment et, par suite, sur le dédoublement du glucoside? C'est une question que les auteurs du travail qui nous occupe ne paraissent pas s'être posée, car autrement ils auraient pu constater que leur méthode, appliquée à des Haricots à acide cyanhydrique, est loin de pouvoir en faire connaître, comme ils le prétendent, la *teneur exacte* en glucoside.

Pour le démontrer, je donne dans le Tableau ci-joint les résultats d'expériences faites avec trois échantillons de Haricots de Java inégalement riches en glucoside.

Acide cyanhydrique obtenu avec 100g de Haricots de Java.

Macération de 12 heures.	Échantillon n° 1. T = +15°.	Échantillon n° 2. T = +15°.	Échantillon n° 3. T = +15°.	Échantillon n° 3. T = +30°.
Eau pure	g 0,130	g 0,289	g 0,235	g 0,234
	0,129	0,290	0,232	0,233
Eau renfermant pour 100 :				
0g,25 d'acide tartrique	0,108	0,216	0,161	0,233
	0,105	0,210	0,166	0,232
0g,40 »	0,088	0,166		
	0,091	0,158		
0g,50 »	0,082	0,138	0,102	0,165
	0,086	0,130	0,108	0,159
1g »	0,055	0,090	0,069	0,102
	0,054	0,086	0,066	0,097

La macération des graines pulvérisées (10g pour 100g d'eau) a eu lieu, pendant 12 heures, soit dans l'eau pure, soit dans l'eau additionnée de doses variables d'acide tartrique, à la température de + 15° pour les échantillons n° 1 et n° 2, et aux températures de + 15° et de + 30° pour l'échantillon n° 3 (1).

Après macération dans l'eau pure, ces échantillons fournissaient à la distillation des quantités d'acide cyanhydrique qui étaient très sensiblement de 0g,130 pour 100 pour le premier, de 0g,290 pour 100 pour le second, de 0g,235 pour 100 pour le troisième.

Ces chiffres peuvent s'abaisser considérablement lorsque la macération a eu lieu en présence de l'acide tartrique. Celui-ci, en effet, exerce sur le dédoublement du glucoside une influence qui va croissant avec les doses employées. Il suffit, pour s'en convaincre, de consulter les chiffres du Tableau, car ils sont par eux-mêmes suffisamment probants pour qu'il soit inutile d'insister. Ils montrent que l'action paralysante de l'acide tartrique sur l'émulsine est déjà très marquée à la dose de 0g,25 pour 100, à la température de + 15°.

On remarquera qu'à cette température la dose d'acide tartrique employée par les chimistes de Lyon (0g,40 pour 100) entraîne une forte diminution dans la quantité d'acide cyanhydrique formé, par comparaison avec celle que donne la macération dans l'eau pure.

En outre, les résultats obtenus avec l'échantillon n° 3 font ressortir l'influence due à la température dans l'action paralysante de l'acide tartrique sur l'émulsine des Haricots. Pour une même dose d'acide tartrique, on observe, en effet, de grandes différences dans les quantités d'acide cyanhydrique formé, suivant qu'on opère, comme l'indique le Tableau, à + 15° ou à + 30°. A cette dernière température, l'activité de l'émulsine s'accroît au point d'annihiler complètement l'influence paralysante de l'acide tartrique, quand ce dernier n'est employé qu'à la dose de 0g,25 pour 100; mais il n'en est plus de même pour des doses plus élevées.

Comme l'acide tartrique, à l'inverse des acides minéraux, n'exerce pen-

---

(1) Dans mes recherches antérieures, j'ai montré que la simple macération dans l'eau et la distillation ne permettent pas d'obtenir d'emblée toute la quantité d'acide cyanhydrique que les graines peuvent fournir. Pour des raisons que j'ai fait connaître, une petite partie du glucoside reste indécomposée. J'ai indiqué en même temps les conditions à remplir pour que le dédoublement du glucoside soit complet (*Bull. des Sciences pharm.*, p. 347 et suiv.).

dant la distillation aucune action destructive sur l'acide cyanhydrique, il va sans dire que, s'il n'est ajouté qu'après la macération, la distillation fournit une quantité d'acide cyanhydrique qui est exactement la même que celle qu'on obtient lorsque cette addition n'a pas eu lieu.

En résumé, sans insister davantage sur des inexactitudes de méthode qu'il était pourtant bon de relever, je puis dire qu'aucun des échantillons de Haricots de Hongrie que j'ai examinés ne donnait la plus petite trace d'acide cyanhydrique. On conviendra sans doute que la chose n'est pas entièrement dépourvue d'intérêt, en raison de la répercussion fâcheuse que l'opinion contraire peut avoir sur le commerce et l'alimentation.

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Les revendications de M. Loeb dans la question de la parthénogenèse expérimentale.* Note de M. **Yves Delage.**

Dans la séance du 25 novembre 1907 (p. 943), M. Loeb a présenté contre moi une série de réclamations relatives à diverses questions intéressant la parthénogenèse expérimentale. Il l'a fait sous une forme propre à transformer une controverse scientifique en une querelle de personnes, transformation que je veux m'efforcer d'éviter.

Je ferai remarquer d'abord que les critiques de M. Loeb laissent intact le point essentiel de mes recherches, l'action du tannate d'ammoniaque dans la parthénogenèse. Ses critiques portent sur trois points, l'isotonie, les solutions pures et l'oxygène.

Au reproche d'ignorance de ses travaux, que M. Loeb réitère à chaque page de sa Note, je répondrai en bloc par cette simple remarque : le travail de M. Lyon et tous ceux de ses propres travaux qu'il cite à l'appui de son dire ont été analysés par moi-même pour l'*Année biologique*. Il ne s'agit donc pas d'ignorance, mais de divergences d'interprétations. J'espère montrer ici que les miennes sont bien fondées.

1. *Isotonie.* — Je sais aussi bien que M. Loeb que l'on a, depuis longtemps, obtenu des larves en eau de mer additionnée de réactifs ne modifiant que peu ou point sa pression osmotique. Comment ne le saurais-je pas, ayant obtenu moi-même, dès 1903, des embryons d'Oursins à 32 cellules, sans hypertonie (*Comptes rendus,* t. CXXXVII, p. 473)?

Mais la question n'est pas là. Avec les réactifs employés jusqu'ici, l'isotonie était considérée comme une condition tout à fait défavorable, et, après avoir signalé l'obtention de quelques larves au moyen de solutions isotoniques comme une curiosité intéressante, on se hâtait de recourir à l'hypertonie dès qu'on voulait arriver à des résul-

tats pratiques. Tous ceux qui s'occupent de ces questions travaillent avec des solutions hypertoniques. M. Loeb lui-même ne fait pas autrement dans son procédé aux acides gras. Après avoir constaté qu'en abaissant la température ou en éliminant l'oxygène, il obtenait quelques éclosions en eau de mer, il n'en fait pas moins retour au traitement hypertonique, qui constitue une partie essentielle de son procédé.

Tout autre est mon cas. Avec le tannate d'ammoniaque, l'isotonie devient le procédé de choix ; le traitement hypertonique est rejeté. Je n'emploie plus que des solutions isotoniques. Or, c'est là une grande nouveauté. Et c'est cela qui m'a permis de dire qu'il faut chercher en dehors de la pression osmotique l'explication générale de la parthénogenèse.

Pour donner satisfaction à M. Loeb, je retire l'expression « condition *sine qua non* » pour dire « condition essentielle ». Mais c'est pure question de mots : il n'y avait pas à se tromper au sens de mes paroles.

2. *Solutions pures.* — Si vraiment la pression osmotique intervient seule dans les solutions hypertoniques, comme l'assure M. Loeb, je le prierai d'expliquer pourquoi il dilue ses solutions concentrées de $NaCl$, de KCl, de $MgCl^2$, pour obtenir la pression osmotique voulue, non avec de l'eau distillée, mais avec de l'eau de mer. Pour prouver que la nature des sels déterminant la pression osmotique voulue est indifférente, il est indiqué d'employer des solutions pures des divers sels et de comparer leurs effets, et non pas de prendre pour véhicule de l'eau de mer où il y a de tout.

Si donc M. Loeb n'emploie pas des solutions pures, on est autorisé à l'attribuer, jusqu'à preuve du contraire, à ce qu'avec sa méthode elles sont inefficaces.

Quelle peut être la cause de cette inefficacité? M. Loeb fait des expériences où il montre que les solutions pures de $NaCl$ sont toxiques pour les œufs d'Oursin et provoquent leur destruction par deux sortes de cytolyses, qu'on retrouve dans les expériences mal réussies de parthénogenèse. Pour enlever leur toxicité aux solutions pures de $NaCl$ il doit leur ajouter un sel de potassium et un sel de calcium. Or ces sels se trouvent dans l'eau de mer dont il se sert pour diluer sa solution de $NaCl$, de KCl ou de $MgCl^2$. Ne suis-je pas autorisé, après cela, à dire que M. Loeb désintoxique ses solutions pures par addition d'eau de mer pour les rendre efficaces, et que j'ai trouvé quelque chose de nouveau lorsque, avec le tannate d'ammoniaque, j'obtiens la parthénogenèse (non quelques rares blastules, mais de riches éclosions), avec des solutions pures de n'importe lequel des sels de l'eau de mer?

Je n'ai donc point confondu, comme m'en accuse M. Loeb, ses expériences sur les effets antagonistes des ions avec ses expériences sur la parthénogenèse : il peut s'en assurer par la lecture de mes analyses de ses travaux. Mais j'ai rapproché ces deux expériences et j'ai tiré des premières des conclusions que j'ai appliquées aux dernières, à juste titre, je crois.

3. *Oxygène.* — M. Loeb s'indigne quand je lui fais dire que les électrolytes de son liquide hypertonique agissent comme catalyseurs d'oxygène, c'est-à-dire font passer dans les œufs l'oxygène dissous dans ce liquide. Le fait est celui-ci : les œufs autour desquels il a fait apparaître une membrane, au moyen des acides gras, meurent, après la formation du premier fuseau de division, s'il les replace simplement dans l'eau de mer; pour les faire segmenter, il doit les traiter par une solution hypertonique, et cette solution n'est efficace que si elle contient de l'oxygène. Je me crois donc autorisé

à dire que, dans son expérience, les électrolytes de la solution hypertonique servent à faire passer dans les œufs l'oxygène nécessaire à leur développement. M. Loeb trouve que cela n'est pas conforme à sa théorie. J'ai dit ce qu'étaient ses expériences. Voyons ce que dit sa théorie. D'après M. Loeb, le développement de l'œuf a pour condition chimique une énorme synthèse de nucléine aux dépens du cytoplasme, synthèse qui se ferait par oxydation de certains des constituants de ce dernier. Le traitement par les acides gras, en déterminant la formation d'une membrane autour des œufs, déterminerait corrélativement les oxydations nécessaires à cette synthèse. Mais ces oxydations seraient mal orientées (occur in a wrong direction — verlaufen in falschen Bahnen). Le traitement hypertonique servirait à remettre ces oxydations dans le droit chemin (turn the oxydative processes into the right direction — lenken die oxydations processe in richtigen Bahnen) (1), et cela *en déterminant des oxydations correctrices* (Loeb, *Univ. of Calif. public.*, t. III, 1906, p. 49). Il y a donc bien, d'après M. Loeb lui-même, fixation d'oxygène sur les œufs par l'intermédiaire de la solution hypertonique.

Pourquoi, dès lors, M. Loeb me reproche-t-il de lui avoir fait dire que les électrolytes de la solution hypertonique sont catalyseurs d'oxygène par rapport aux œufs? Le voici.

Pour M. Loeb, la solution hypertonique chargée d'oxygène agit en deux temps : par sa pression osmotique, elle déshydrate l'œuf et cette déshydratation modifie la dissociation électrolytique et les coefficients de partage de certains des constituants de l'œuf; puis l'œuf, ainsi modifié, utilise l'oxygène dissous dans la solution, pour les oxydations correctrices requises (2). En sorte que, d'après M. Loeb, ce ne sont pas les électrolytes *en tant que tels* (*as such*) qui sont les véhicules de l'oxygène, puisqu'ils ne font que déshydrater l'œuf et le mettre en état d'absorber l'oxygène dissous en même temps qu'eux dans la solution. Et voilà pourquoi j'aurais péché en faisant dire à M. Loeb que les électrolytes étaient, dans son expérience, transporteurs d'oxygène, tandis qu'ils ne sont que la condition médiate (mais nécessaire) de ce transport. Or, c'est précisément ce que j'ai voulu exprimer. Personne ne pensera, j'espère, que j'aie voulu dire ou faire dire à M. Loeb cette absurdité, que NaCl formait aux dépens de l'oxygène de la solution un composé oxydé qui cédait ensuite son oxygène aux œufs. Il y a fixation d'oxygène sur les œufs par l'effet des électrolytes; c'est cela seul que j'ai retenu, laissant à M. Loeb la responsabilité de son explication, étrangère à la question essentielle.

J'ai pensé et je pense encore que, dans un exposé condensé comme ceux des *Comptes*

(1) M. Loeb va jusqu'à conclure que le spermatozoïde lui-même apporte à l'œuf deux substances, l'une qui détermine des oxydations mal orientées, l'autre pour ramener ces oxydations dans la bonne voie.

(2) M. Loeb ne dit pas expressément que l'oxygène utilisé par ces oxydations correctrices soit celui dissous dans la solution hypertonique : il dit seulement que ces oxydations ne se produisent que si cette solution contient de l'oxygène. Mais s'il n'en était pas ainsi on ne concevrait pas pourquoi la même solution hypertonique, privée d'oxygène, serait stérile. Cette observation semblera superflue, mais les réclamations de M. Loeb m'ont rendu prudent.

rendus, je n'avais pas à entrer dans le détail de ces explications ni dans celui des interprétations compliquées et hypothétiques de M. Loeb, que je connaissais d'ailleurs parfaitement, ainsi que le prouvent mes analyses pour l'*Année biologique.* J'ai donné ce détail dans le Mémoire *in extenso* qui est depuis plus d'un mois chez l'imprimeur.

Ce qui importe, au fond, ce ne sont pas ces hypothèses sur la manière dont l'oxygène pénètre dans les œufs, c'est le fait global. Or, ce fait global, c'est que, pour M. Loeb, la parthénogenèse a pour condition des oxydations déterminées par le traitement et pendant le traitement. J'estime, au contraire, que ces oxydations ne sont nécessaires qu'après le traitement, qu'elles se font toutes seules aux dépens de l'oxygène de l'eau de mer où les œufs sont replacés après l'action des réactifs, lorsque le développement a été déclenché, et qu'un traitement sans oxygène suffit à ce déclenchement. Et je crois l'avoir démontré.

Enfin M. Loeb réclame la priorité pour l'obtention de larves d'Oursin en solution sucrée. Mais il omet de dire que ses larves (d'ailleurs peu nombreuses et qui moururent toutes dans les 24 heures, sans avoir dépassé le stade blastula) provenaient non de *Strongylocentrotus,* mais d'*Arbacia.* Or, tous ceux qui se sont occupés de ces questions savent qu'on ne peut absolument pas généraliser les résultats. Les réactifs efficaces chez une espèce ne le sont point chez l'autre et inversement. Or, *Arbacia* a une tendance à la parthénogenèse naturelle bien connue et affirmée par M. Lyon lui-même, l'élève de M. Loeb, tendance qui fait absolument défaut chez *Strongylocentrotus.*

Pour juger l'efficacité d'un procédé et en tirer des conclusions pour les théories de la parthénogenèse artificielle, il est indiqué de ne s'adresser, comme je l'ai fait, qu'à des espèces n'ayant aucune tendance à la parthénogenèse, telles que le *Strongylocentrotus* qui a servi à mes expériences. Or, je mets M. Loeb au défi de faire développer des œufs de *Strongylocentrotus* par le moyen de la solution sucrée qui lui a réussi avec *Arbacia.*

En résumé, les revendications de M. Loeb, soutenables en apparence, si l'on s'en tient à la lettre, ne le sont plus si l'on envisage l'esprit des choses. Elles n'ont pas pour base des omissions ou des erreurs, mais des divergences d'interprétation. Et je crois avoir montré que mon interprétation était justifiée.

Je profite de l'occasion de cette Note pour faire connaître que, des deux Oursins parthénogénétiques en élevage à Roscoff, l'un mesure aujourd'hui $3^{mm},5$, l'autre 4^{mm}. Comme ils mesuraient, au sortir de la métamorphose, $0^{mm},5$, leur diamètre est devenu, en 3 mois, 7 fois plus grand pour l'un, 8 fois plus grand pour l'autre, en sorte que leur volume est passé de 1 à $7^3 = 343$ pour le premier et de 1 à $8^3 = 512$ pour le second. Ils sont donc de 400 à 500 fois plus gros qu'à l'origine. Cela indique qu'ils se nourrissent bien et permet d'espérer qu'ils atteindront l'âge adulte.

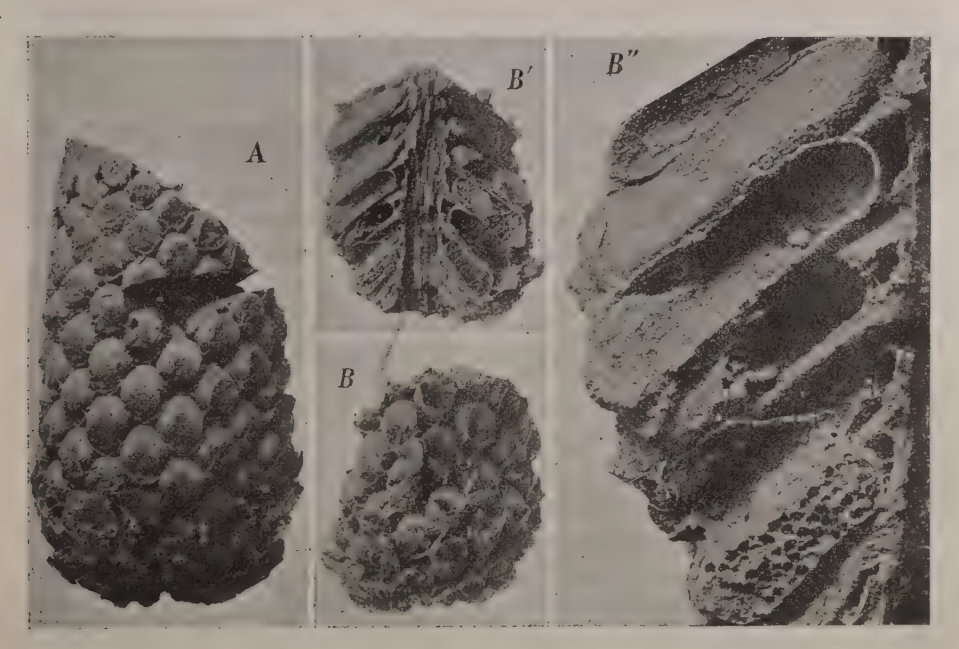
PALÉOBOTANIQUE. — *Sur quelques* Lepidostrobus *de la région pyrénéenne.* Note de M. R. **Zeiller.**

L'École supérieure des Mines a reçu dernièrement pour ses collections un fossile végétal qui me semble, à raison de son état particulier de conservation, mériter d'être mis sous les yeux de l'Académie : c'est un cône de *Lepidodendron*, qui constitue dans le genre *Lepidostrobus* une forme spécifique nouvelle, et qui offre en même temps cet intérêt, de fournir d'utiles indications sur la provenance de certains autres échantillons, appartenant au même type générique, qui n'avaient pas été trouvés en place.

Il a été recueilli par M. A. Laurent, ingénieur à Saint-Girons, dans les gîtes de phosphates noirs de l'Estanque, près Rimont (Ariège), dont cet ingénieur dirige l'exploitation et qui appartiennent, comme on sait, à la base du Dinantien. L'un des nodules de phosphate provenant du triage des matières abattues ayant attiré l'attention de M. Laurent par sa forme ovoïde allongée, il l'a cassé au marteau et a mis à nu un cône remarquablement conservé qui en occupait la région axiale, mais dont malheureusement la partie supérieure s'est complètement désagrégée; la portion restante, longue de 68^{mm} et mesurant 35^{mm} de diamètre, représente vraisemblablement les deux tiers inférieurs de l'organe complet. Ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'il n'y a pour ainsi dire pas eu interposition de matière minérale entre les éléments constitutifs du cône et que ceux-ci se présentent, ainsi que le montrent les figures ci-dessous, libres les uns par rapport aux autres et non déformés, avec l'aspect qu'offrirait un cône actuellement vivant.

Une cassure longitudinale passant par un plan diamétral montre l'axe ligneux en partie décomposé (*fig.* B′), mais les bractées qui s'attachaient sur cet axe sont parfaitement conservées, du moins dans leur région inférieure portant le sporange; on voit sur la figure B′ que les plus basses d'entre elles étaient fortement réfléchies en arrière, et que l'inclinaison sur l'axe allait en diminuant progressivement vers le haut. La région limbaire des mêmes bractées est, au contraire, très incomplète, étant demeurée, pour la majeure partie, adhérente à la croûte de phosphate, épaisse de 15^{mm}, qui enveloppait le cône en question; les portions de cette région limbaire qui subsistent soit sur le pourtour du cône, soit contre la face interne de la coque pierreuse qui entourait le cône, sont constituées seulement par une mince lame de matière minérale qui représente leur surface externe et qui circonscrit un espace vide résultant de la décomposition des tissus internes (voir *fig.* A et B); çà et là sont demeurés cependant, vers la base du limbe, quelques paquets de matière solide, avec des traces de striation longitudinale dans la région axiale correspondant au cordon foliaire. Mais,

d'après l'examen que j'ai pu faire de quelques préparations microscopiques, il ne reste pour ainsi dire pas trace de structure : il semble qu'il y ait eu seulement dépôt d'une mince pellicule minérale à la surface des éléments constitutifs du cône, axe ligneux, bractées et sporanges, plutôt qu'imprégnation du tissu végétal, ainsi qu'il arriverait, par exemple, dans un moulage galvanoplastique. Les tissus internes ont dû ensuite se décomposer, au moins en partie, et quelques restes seulement en ont été conservés par une minéralisation plus tardive.



Lepidostrobus Laurenti n. sp. — A, partie inférieure et moyenne du cône; gr. nat. — B, portion inférieure (placée à droite et vue de côté sur la figure A) vue de face; gr. nat. — B′, le même fragment vu par sa face interne, suivant une cassure longitudinale passant par l'axe; gr. nat.; les trois sporanges inférieurs, de chaque côté de l'axe, renferment des macrospores. — B″, partie gauche du même fragment, grossie 4 fois; le plus élevé des trois sporanges inférieurs est à moitié vide et montre les macrospores en relief.

Le dépôt minéral s'est fait également en dedans des sporanges et a cimenté les spores en une masse continue, mais sans pénétrer à leur intérieur; la cassure diamétrale dont j'ai parlé faisant voir la coupe de quelques-uns de ces sporanges, les spores y apparaissent ainsi, macrospores aussi bien que microspores, représentées par des vides sphériques contigus (voir *fig.* B′, B″), souvent visiblement groupés en tétrades, dans la masse minérale qui a rempli leurs interstices. Toutefois un certain nombre de macrosporanges, qui étaient évidemment ouverts et en partie vidés avant la fossilisation, montrent à leur intérieur (voir *fig.* B″) des macrospores non soudées les unes aux autres, et à la surface desquelles on distingue nettement les trois arêtes divergeant à 120° qui s'observent habituellement sur les macrospores des Lycopodinées.

D'après l'aspect de la matière minérale qui s'est ainsi déposée sur les différentes parties constitutives du cône, on serait tenté de croire qu'elle se compose essentiellement d'oxyde de fer; mais il résulte de l'analyse que M. G. Chesneau a eu l'obligeance de faire d'un fragment détaché de l'axe ligneux, que l'oxyde de fer n'entre dans sa composition que pour 10 pour 100, le phosphate de chaux intervenant dans la proportion de 40 pour 100, la silice de 30 pour 100, le carbone et l'eau de 20 pour 100.

La coque extérieure du nodule est d'une composition un peu différente, renfermant, pour 100 : environ 70 de phosphate de chaux, 24 de silice, 5 de matières organiques et eau, et 1 seulement d'alumine et peroxyde de fer. Cette coque est traversée par le pédoncule du cône, dont la section transversale apparaît à l'extrémité inférieure du grand axe du nodule, limitée par un contour elliptique de 18^{mm} de longueur sur 15^{mm} de largeur; la partie centrale, correspondant à l'axe ligneux et aux zones les plus internes de l'écorce, est malheureusement détruite; l'écorce externe subsiste seule et se montre, en coupe transversale, relativement bien conservée : on y reconnaît, notamment, les traces foliaires, rangées sur trois cercles concentriques et alternant régulièrement de l'un à l'autre, ce qui indique pour les feuilles une disposition verticillée.

L'examen du cône lui-même montre, d'ailleurs, avec la plus grande netteté que les bractées y étaient rangées en verticilles alternants, au nombre de neuf par verticille, et l'alignement de ces bractées en files verticales bien accusées, au nombre total de dix-huit, constitue l'un des caractères les plus saillants de cet échantillon (*fig.* A); on remarque sur la coupe longitudinale que les trois verticilles de sporanges inférieurs renfermaient des macrospores, et les suivants des microspores.

Cette disposition des bractées sporangifères en files verticales nettes, qui ne semble pas se retrouver chez les *Lepidostrobus* qu'on rencontre habituellement dans le Houiller, est connue cependant chez deux espèces de ce genre (si tant est qu'elles soient réellement distinctes spécifiquement), le *Lepidostrobus Brownii* Brongniart (sp.) et le *Lepidostrobus Dabadianus* Schimper, représentées toutes deux par des échantillons à structure conservée, et avec lesquelles le cône que je viens de décrire offre des analogies marquées; il en diffère toutefois par sa forme plus cylindrique, surtout par ses bractées beaucoup moins épaisses et plus fortement dressées dans leur région limbaire, de telle sorte qu'elles ne donneraient pas en coupe tangentielle la section en forme d'hexagone régulier qu'on observe chez les *Lep. Brownii* et *Lep. Dabadianus*.

Il me paraît donc, tout en venant se ranger à côté de ces derniers, devoir constituer une espèce nouvelle, à laquelle je donnerai le nom de *Lepidostrobus Laurenti*, en témoignage de reconnaissance envers l'auteur de la découverte de ce bel échantillon, si généreusement donné par lui à l'École des Mines.

Depuis lors, un second échantillon semblable, mais un peu plus petit et moins bien dégagé, nous est parvenu, provenant de la vallée de Larboust, près Bagnères-de-Luchon. J'ai, en outre, reçu de M. Fabre, conservateur des Eaux et Forêts à Nîmes, dont les beaux travaux géologiques sont bien connus de l'Académie, communication d'un autre cône trouvé également dans un nodule phosphaté, mais à l'extrémité sud-orientale de la Montagne Noire, dans le Dinantien de Cabrières (Hérault); il semble appartenir encore à la même espèce, bien que ses bractées sporangifères, un peu plus petites, soient disposées en séries plus nombreuses, paraissant former des verticilles alternants comprenant chacun treize bractées; il est moins bien conservé que les deux autres comme apparence extérieure, mais peut-être se prêtera-t-il mieux à une étude anatomique, la minéralisation paraissant avoir été moins superficielle.

La découverte de ces échantillons fournit en outre, ainsi que je l'annonçais en commençant, des indications ou tout au moins des présomptions intéressantes relativement à la provenance originelle et à l'âge des *Lepidostrobus Brownii* et *Lep. Dabadianus*. Le beau cône silicifié qui constitue le type de ce dernier a été trouvé, d'après les renseignements donnés à son sujet par Brongniart, dans un terrain meuble à l'entrée de la vallée du Volp (Haute-Garonne). Quant au *Lep. Brownii*, on ignore absolument où ont été trouvés les deux échantillons sur lesquels l'espèce a été établie, mais il faut lui rapporter un tronçon de cône silicifié, de 75^{mm} de diamètre, recueilli dans un dépôt caillouteux quaternaire à Pauillac dans le Gers (arrondissement de Lectoure), par M. Ducassé, conducteur des Ponts et Chaussées, qui en a libéralement fait don à l'École des Mines : la concordance absolue de tous ses caractères avec l'échantillon de *Lep. Brownii* du Muséum d'Histoire naturelle de Paris me paraît en effet ne laisser aucun doute sur l'identification, et je serais même porté à croire que ces deux échantillons doivent venir l'un et l'autre d'un même gisement primitif.

En ce qui concerne, en tout cas, les deux échantillons silicifiés de *Lep. Dabadianus* et de *Lep. Brownii* ainsi trouvés dans des dépôts alluvionnaires en avant de la chaîne des Pyrénées, il me paraît infiniment probable qu'ils proviennent des bancs de lydiennes qui forment, dans toute la région, un élément à peu près constant du Dinantien inférieur, au voisinage immédiat des couches à phosphates. Il n'est pas sans intérêt de faire remarquer qu'on connaît précisément dans le Dinantien ou Culm un certain nombre d'espèces de *Lepidodendron*, telles notamment que le *Lep. Volkmanni* Sternberg, dont les feuilles, contrairement à ce qui a lieu chez les *Lepidodendron* houillers, sont rangées en files verticales bien nettes, et auxquelles pourraient par conséquent correspondre les *Lepidostrobus* dont je viens de parler, caractérisés par cette même disposition de leurs bractées sporangi-

fères. M. de Rouville a, du reste, reconnu la présence, à Cabrières même, de *Lepidodendron* de ce groupe.

En tout cas, les faits que je viens de signaler me paraissent de nature à attirer, au point de vue paléobotanique, l'attention sur ces couches dinantiennes, phosphates et lydiennes, de la région des Pyrénées; ils donnent à penser qu'on y pourrait faire de très intéressantes découvertes.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Hydrogénation directe des diones aromatiques.* Note de MM. **Paul Sabatier** et **A. Mailhe.**

Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, 1907, t. CXLIV, p. 1086), nous avons indiqué les résultats obtenus quand on soumet diverses diones forméniques à l'hydrogénation directe en présence du nickel divisé. Une dione α examinée a donné lieu à une formation régulière du diol correspondant; au contraire les diones β ont conduit à une scission de la molécule et à l'hydrogénation consécutive des tronçons. La présente Note a pour objet l'application de la méthode d'hydrogénation à quelques diones aromatiques.

Nous avons examiné une dione α, le benzile, et une dione β, la benzoylpropanone. A côté de la première, nous avons étudié aussi la *benzoïne* qui en dérive par hydrogénation partielle.

1. *Diphényléthanedione,* ou *benzyle,* $C^6H^5.CO.CO.C^6H^5$. — Cette dione, qui se présente en cristaux fondant à 95° et bouillant à 188° sous 12mm, a été hydrogénée par un excès d'hydrogène sur le nickel à 220°-230°.

La réaction est totale et donne exclusivement de l'eau et du *diphényléthane symétrique* ou *dibenzyle,* qui est obtenu du premier coup en beaux cristaux blancs fondant exactement à 52°. On a

$$C^6H^5.CO.CO.C^6H^5 + 4H^2 = C^6H^5.CH^2.CH^2.C^6H^5 + H^2O.$$

On n'observe aucune action secondaire appréciable.

2. *Diphényléthanolone,* ou *benzoïne,* $C^6H^5.CHOH.CO.C^6H^5$. — Ce corps, qui se présente en cristaux incolores fondant à 137° et bouillant à 343°, a été régulièrement hydrogéné par un courant rapide de gaz passant sur le nickel à 210°-220°. Comme avec la dione précédente, le produit exclusif de la réaction est de l'eau et du *diphényléthane* symétrique

$$C^6H^5.CH^2.CH^2.C^6H^5,$$

très pur, fondant à 52°.

3. *Phényl-1-butanedione-1.3*, ou *benzoylpropanone*,

$$C^6H^5.CO.CH^2.CO.CH^3.$$

— Cette dione, qui se présente en cristaux blancs fondant à 60° et bouillant à 260°, a été soumise à l'hydrogénation directe sur le nickel vers 200°. On recueille, en même temps qu'une certaine proportion d'eau, un liquide d'où la distillation fractionnée extrait : de la propanone, bouillant à 56°, du propanol 2, bouillant à 83°, du toluène, bouillant à 110°, et surtout du *butylbenzène*, bouillant à 180°, dans lequel l'attaque par le mélange sulfonitrique indique la présence d'une petite quantité d'hexahydrobutylbenzène qui demeure inaltéré.

L'eau tient en dissolution de la propanone et de l'alcool isopropylique.

La réaction prépondérante, qui atteint au moins les $\frac{4}{5}$ de la matière, a été la formation de butylbenzène, avec séparation d'eau :

$$C^6H^5.CO.CH^2.CO.CH^3 + 4H^2 = C^6H^5.CH^2.CH^2.CH^2.CH^3 + 2H^2O.$$

Le butylbenzène ainsi engendré est partiellement hydrogéné au contact du nickel en donnant de l'hexahydrobutylbenzène ; mais cette dernière action n'a pas persisté, à cause des traces de chlore que contenait la dione traitée, et qui ont rapidement rendu le nickel incapable de réaliser la fixation d'hydrogène sur le noyau, sans toutefois affaiblir notablement son aptitude à produire la première réaction.

La tendance au dédoublement, qui caractérise les diones β, se manifeste par la scission de la molécule en deux tronçons $C^6H^5.CO-$ et $CH^3.CO.CH^2-$, qui s'hydrogènent pour leur propre compte et fournissent : le premier du toluène, le second de la propanone et par suite le propanol secondaire correspondant. On a

$$C^6H^5.CO.CH^2.CO.CH^3 + 3H^2 = C^6H^5.CH^3 + CH^3.CO.CH^3 + H^2O.$$

En résumé, l'hydrogénation directe sur le nickel des diones aromatiques étudiées a lieu principalement selon un mécanisme semblable à celui qui règle l'hydrogénation directe des cétones simples aromatiques et conduit dans tous les cas à la formation d'hydrocarbures (Darzens, *Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 868).

M. **Maurice Levy** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage de M. *Marchis*, intitulé : *Production et utilisation des gaz pauvres*, dont il a écrit la Préface.

M. **Lortet** fait hommage à l'Académie de la troisième Partie des travaux qu'il publie en collaboration avec M. *C. Gaillard*, sous le titre : *La faune momifiée de l'ancienne Égypte et recherches anthropologiques*.

M. **Adolf von Baeyer** fait hommage à l'Académie de deux Volumes de ses *Gesammelte Abhandlungen*.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les Ouvrages suivants :

1° *Exercices simplifiés de Chimie*, par M. A. Mermet. (Présenté par M. Troost.)

2° *Les hydrates de carbone, leur transformation. Étude de physiologie pathologique*, par F.-W. Pavy. (Présenté par M. Bouchard.)

3° Plusieurs feuilles des *Beiträge zur geologischen Karte der Schweiz*.

4° *Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie*, par E. de Martonne.

5° *La Science séismologique*, par M. de Montessus de Ballore.

6° *Traité de Géologie. I. Les phénomènes géologiques*, par M. Émile Haug. (Présenté par M. Michel Lévy.)

MM. **Adolf von Baeyer, Bierry, Tommaso Boggio, Bonneville, Pierre Breteau, F. Brunet, Jean Brunhes, Jean Charcot, A. Cotton, Paul Crepin Bourdier de Beauregard, Marcel Delépine, Pierre Duhem, Federigo Enriques, J.-H. Fabre, Jaime Ferrán, Gayde, Gonnessiat, Grimbert, F. Guiart, H. Guillemard, Hamonet, C. Houdard, Arthur Korn, Jules Künckel d'Herculais, Lacassagne, P. Langevin, Giuseppe Lauricella, Émile Lemoine, Th. Lewis, A. Mailhe, Lucien March, E.-A. Martel, Mathias, F. de Mély, F. Mesnil, M. Nicolle, Paris, A. Petot, Lucien**

Poincaré, **Etienne Rabaud**, **E. Regis**, **J. de Séguier**, **Francesco Severi**, **Paul Villard**, **Paul Woog** adressent des remercîments à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux. Mme **Jules Béclard** adresse également des remercîments à l'Académie.

ASTRONOMIE. — *Sur la visibilité actuelle de l'anneau de Saturne.* Note de M. **J. Guillaume**, communiquée par M. Charles André.

M. Campbell a appelé dernièrement l'attention sur les phénomènes que présente l'anneau de Saturne dans sa période dite *d'invisibilité.*

Ces phénomènes sont de deux sortes : il y a d'abord la visibilité de l'anneau, alors que son plan passe entre la Terre et le Soleil, par un éclairement comparable à la lumière cendrée de la Lune, puis des granules brillants désignés par les différents observateurs qui les ont notés sous les appellations diverses de *taches brillantes*, *points* ou *nœuds lumineux*, *points brillants*, etc.

L'état du ciel ici ne m'a permis de voir Saturne que le 23 novembre. A cette date, de $5^h 15^m$ à $5^h 45^m$ T. m. P., j'ai constaté à notre équatorial coudé, avec les grossissements de 70, 365, 435 et 610, que l'anneau était nettement visible quoique très peu lumineux; l'anse orientale se voyait beaucoup mieux que l'occidentale qui était très ténue vers son extrémité ouest. J'ai constaté, en outre, des granules sur l'anse orientale, mais d'une façon intermittente seulement à cause, sans doute, de l'irrégularité de la définition; cette apparence était beaucoup plus difficile à saisir à l'ouest, ce que j'ai attribué surtout au voisinage gênant d'un satellite (Rhéa) qui s'éloignait du globe en longeant l'anneau, au sud, à une distance d'environ $\frac{1}{4}$ de seconde d'arc. La lumière de l'anneau était comparable à une lueur phosphorescente.

Ces phénomènes très intéressants ont été notés déjà par W.-C. Bond, en 1848, et des observations analogues faites par Secchi, en 1862, ont été communiquées à l'Académie dans sa séance du 14 juillet de la même année (voir *Comptes rendus*, t. LV, p. 92).

ASTRONOMIE. — *Sur la comète Giacobini* 1907 *a*. Note de MM. **Giacobini** et **Javelle**, présentée par M. Bassot.

Grâce à une obligeante Communication de M. le Dr Weiss, l'éminent Directeur de l'Observatoire de Vienne, nous avons pu retrouver la co-

mète 1907 *a*, découverte par l'un de nous le 9 mars dernier, observée à Nice entre le 9 mars et le 30 avril 1907 et qui avait disparu ensuite derrière le Soleil. Nous avons obtenu les positions suivantes :

Dates. 1907.	Temps moyen de Nice.	Δα.	ΔP.	Nombre de compar.	★.	Observat.
	h m s	m s	′ ″			
Décembre 4...	8.30.44	+0.10,99	+5.42,8	12:10	1	G
» 4...	10. 9.40	+2.34,15	+0.29,7	15:15	2	J
» 6...	7.56.44	+0.52,36	−2.50,8	16:10	3	G
» 6...	9.27.31	+0.40,46	−2.30,5	12:10	4	J
» 7...	6. 3.28	+3. 6,46	−2.50,8	15:10	5	J
» 7...	8.50. 3	+2.44,51	−1.57,8	12: 7	6	G

Positions moyennes des étoiles de comparaison pour 1907,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1...	Cambridge (E.-U.), 1513	3.24. 0,06	+4,63	39.17.23,1	−12,6
2...	Cambridge (E.-U.), 1500	3.21.22,80	+4,61	39.23. 1,5	−12,8
3...	Cambridge (E.-U.), 1472	3.16.53,59	+4,57	39.39.59,7	−13,7
4...	Cambridge (E.-U.), 1472	3.16.53,59	+4,57	39.39.59,7	−13,7
5...	½ (Camb., 1436+Bonn, 2749)	3.11.44,91	+4,53	39.47. 4,2	−14,4
6...	½ (Camb., 1436+Bonn, 2749)	3.11.44,91	+4,53	39.47. 4,2	−14,4

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1907.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.
	h m s		° ′ ″	
Décembre 4........	3.24.15,68	$\bar{1},534_n$	39.22.53,3	$\bar{1},624$
» 4........	3.24. 1,56	$\bar{2},843_n$	39.23.18,4	0,021
» 6........	3.17.50,52	$\bar{1},584_n$	39.36.55,2	$\bar{2},948$
» 6........	3.17.38,62	$\bar{1},177_n$	39.37.15,5	$\bar{1},966$
» 7........	3.14.55,90	$\bar{1},774_n$	39.43.59,0	0,204
» 7........	3.14.33,95	$\bar{1},367_n$	39.44.52,0	$\bar{1},864$

Remarques. — Les observations de M. Giacobini ont été faites à l'équatorial coudé de $0^m,40$ d'ouverture; celles de M. Javelle, à l'équatorial de $0^m,76$.

La comète, d'apparence stellaire, a un diamètre de 15″ environ et présente un noyau de 14ᵉ grandeur; elle est à la limite de la visibilité au coudé.

Ces observations donnent pour la correction de l'éphéméride, publiée par M. Weiss dans le nº 4218 des *Astronomische Nachrichten*, $+16^s$ et $+5'$.

ASTRONOMIE. — *Observation du passage de Mercure du 14 novembre 1907, faite à l'Observatoire Fabra, à Barcelone.* Note de M. **J. Comas Solá**, présentée par M. Bigourdan.

Pendant toute la durée du phénomène, le temps a été splendide. Quoique l'image fût quelque peu agitée par le vent du NW, on pouvait faire les observations dans des conditions relativement assez bonnes. J'ai fait usage de l'équatorial double Mailhat de 38^{cm}, diaphragmé à 12^{cm}.

Comme il est naturel, le premier contact n'a pas pu être bien observé. J'ai eu la sensation d'avoir vu mordre la planète 26 secondes environ après le contact géométrique. Dans le Tableau ci-après, je donne entre parenthèses l'heure probable ou approchée du premier contact (temps moyen civil de Greenwich) :

	t observé O.	*t* calculé C.	O. — C.
	h m s	h m s	s
Premier contact........	(10.23.18,5)	10.23.49,0	—30,5
Deuxième contact......	10.25.49,5	10.26.28,7	—39,2
Troisième contact......	13.47.58,5	13.47.41,5	+17,0
Quatrième contact.....	13.50.29,5	13.50.21,1	+ 8,4

La durée du passage, d'après l'observation, a été de $3^h 26^m 32^s,1$ et, selon le calcul, de $3^h 27^m 11^s,0$, ce qui donne :

$$O - C = + 38^s,9.$$

Le temps compris entre le troisième et le quatrième contact, selon le calcul, devait être de $2^m 39^s,6$ et, selon l'observation, il a été de $2^m 31^s,0$. Cette différence porterait le diamètre apparent de Mercure, en se rapportant aux données de la *Connaissance des Temps*, à $9'',25$.

Par suite d'avarie du tambour du micromètre, je n'ai pu faire que cinq bonnes mesures du diamètre équatorial, qui sont d'ailleurs assez concordantes. La moyenne donne $8'',94$. La forme sensible de Mercure était tout à fait celle d'un cercle.

Je n'ai vu aucune auréole autour de la planète ni aucun point lumineux sur le disque. Seulement, dans les moments où l'image était très mauvaise, on voyait une invasion de lumière dans le disque, ce qui produisait l'effet d'une auréole lumineuse intérieure. Il va sans dire que cet effet est purement subjectif.

Le disque de la planète apparaissait bien plus foncé que le noyau des taches solaires,

même les plus dépourvues de voiles. Mercure n'a pas été visible projeté sur la couronne ou sur la chromosphère solaire.

Je n'ai pas vu la moindre trace de ligament noir. Seulement, quand la planète était assez près du second contact intérieur, elle a montré une déformation passagère, affectant la forme d'une poire, dont la partie pointue se dirigeait vers le bord du Soleil. Cet effet est aussi tout à fait subjectif.

Les heures des chronomètres d'observation ont été contrôlées par comparaison avec la pendule sidérale de Dent, et celle-ci par des observations de passages au grand cercle méridien. L'erreur des chronomètres ne peut dépasser la demi-seconde. La seule cause d'erreur relative est la longitude de l'Observatoire, qui est encore seulement provisoire; mais cette erreur ne paraît pas dépasser la seconde de temps.

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur certaines surfaces réglées.* Note de M. Tzitzéica.

Dans une Note antérieure (*Comptes rendus,* 10 juin 1907) je me suis occupé des surfaces S dont la courbure totale en chaque point M est proportionnelle à la quatrième puissance de la distance d'un point fixe O au plan tangent en M. J'ai énoncé en particulier la propriété importante des surfaces S, de rester des surfaces S après une transformation linéaire de l'espace qui ne change pas le plan de l'infini.

Je suis parvenu à trouver une propriété *caractéristique* des surfaces S *réglées,* que l'on peut prendre, par conséquent, comme définition de ces surfaces, et dans laquelle n'interviennent plus les éléments métriques, comme la courbure totale ou la distance d'un point à un plan. J'indique ici succinctement la voie que j'ai suivie pour obtenir ce résultat.

I. Si l'on écrit que la surface réglée définie par les formules

$$x = a_1 u + b_1, \qquad y = a_2 u + b_2, \qquad z = a_3 u + b_3, \tag{1}$$

où les a et les b désignent des fonctions d'une variable v, est une surface S, on obtient les relations suivantes :

$$|\, b_1, a_1, a'_1 \,| = 0, \qquad |\, a'_1, a_1, b'_1 \,| = C\,|\, b_1, a_1, b'_1 \,|^2, \tag{2}$$

dans lesquelles nous avons réduit les déterminants qui s'y présentent à leur première ligne, et nous avons désigné par C une certaine constante et par a', b' les dérivées de a et b. L'étude des relations (2) conduit au résultat suivant :

On peut, à l'aide d'un changement des variables u et v, prendre

$$a_i = \varphi_i(v), \qquad b_i = \frac{d\varphi_i}{dv} = \varphi_i'(v) \qquad (i = 1, 2, 3),$$

φ_1, φ_2, φ_3 étant trois intégrales linéairement indépendantes d'une équation différentielle de la forme

$$\varphi'''(v) + A(v)\,\varphi(v) = 0. \tag{3}$$

Le même résultat aurait pu s'obtenir en appliquant directement la méthode indiquée dans ma Note mentionnée. On obtient de cette manière toutes les surfaces S réglées.

II. On sait que sur chaque surface il y a une ligne formée par les points où l'on peut mener une tangente qui coupe la surface en quatre points confondus au point de contact; c'est ce que les géomètres anglais appellent la *ligne flecnodale* de la surface. M. Voss et surtout M. Wilczynski dans son Ouvrage récent (*Projective differential Geometry of curves and ruled surfaces*) ont étudié les lignes flecnodales des surfaces réglées. Si l'on suppose que pour une surface réglée les deux branches de cette ligne sont confondues en une courbe *plane* C_y décrite par le point P_y de coordonnées tétraédriques y_1, y_2, y_3, y_4, les y étant des fonctions d'une variable v, et que chaque génératrice de la surface coupe une certaine ligne asymptotique C_z en un point $P_z(z_1, z_2, z_3, z_4)$, où les z sont par conséquent aussi des fonctions de v, on trouve que, par un choix convenable de la variable v, de l'asymptotique C_z et des facteurs par lesquels on peut multiplier les y et les z, l'on peut considérer ces fonctions comme des intégrales d'un système de la forme

$$y'' - z' = 0, \qquad z'' + A(v)\,y = 0. \tag{4}$$

En comparant ce système (4) à l'équation (3), on obtient le résultat suivant que je voulais atteindre :

Les surfaces S réglées ont les deux branches de la ligne flecnodale confondues suivant la courbe de l'infini de la surface. Ce sont les seules surfaces réglées qui jouissent de cette propriété.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la permutation des intégrales d'un système d'équations différentielles.* Note de M. **A. Buhl**, présentée par M. H. Poincaré.

Dans les *Comptes rendus* du 4 novembre, M. C. Popovici revient sur des recherches concernant les opérateurs qui permutent les intégrales d'un système d'équations

$$\frac{dx_1}{X_1} = \frac{dx_2}{X_2} = \ldots = \frac{dx_n}{X_n}, \tag{1}$$

recherches qui firent en 1901 l'objet de ma Thèse et de différents Mémoires dus notamment à MM. de Donder et Saltykov.

J'ai constaté que ces études rentraient dans la théorie des groupes de Lie; on trouve, en effet, quelque chose d'analogue dans les *Vorlesungen über Differentialgleichungen* de Lie et Scheffers (1891, p. 313 et suivantes). Malgré cela, l'utilité d'une méthode directe subsiste, ce que la Note de M. Popovici prouve à nouveau. La théorie en litige peut se construire en partant de considérations élémentaires et immédiates, tandis que, dans l'Ouvrage précité, le seul fait de ne la rencontrer qu'à la page 313 porte à croire qu'elle dépend de préliminaires assez longs.

Aussi, à côté des intéressantes remarques de M. Popovici, je désire en faire quelques autres.

Les résultats peuvent prendre une forme remarquablement symétrique que je crois nouvelle.

Reprenons le système (1) ou, ce qui est plus commode, l'équation

$$X(f) = X_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + X_2 \frac{\partial f}{\partial x_2} + \ldots + X_n \frac{\partial f}{\partial x_n} = 0. \tag{2}$$

Soient $\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_{n-1}$ ses intégrales et Φ_n une fonction telle que $X(\Phi_n) = 1$.

Considérons le multiplicateur de Jacobi

$$D = \frac{\partial(\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_{n-1}, \Phi_n)}{\partial(x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}, x_n)}$$

qui permet d'écrire (2) sous la forme

$$\frac{1}{D} \frac{\partial(\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_{n-1}, f)}{\partial(x_1, x_2, \ldots, x_{n-1}, x_n)} = 0. \tag{3}$$

Soit maintenant un opérateur

$$Y(f) = Y_1 \frac{\partial f}{\partial x_1} + Y_2 \frac{\partial f}{\partial x_2} + \ldots + Y_n \frac{\partial f}{\partial x_n}.$$

S'il est tel que $X[Y(f)] = Y[X(f)]$, on voit immédiatement que $Y(f)$ sera une intégrale de (2) toutes les fois que f en sera une. Or, cette condition prend une forme très simple si l'on prend pour variables les Φ à la place des x.

Les opérateurs X et Y deviennent respectivement

$$\frac{\partial f}{\partial \Phi_n} \quad \text{et} \quad Y(\Phi_1)\frac{\partial f}{\partial \Phi_1} + Y(\Phi_2)\frac{\partial f}{\partial \Phi_2} + \ldots + Y(\Phi_n)\frac{\partial f}{\partial \Phi_n}.$$

En écrivant qu'ils sont permutables, on a l'équation

$$\frac{\partial Y(\Phi_1)}{\partial \Phi_n}\frac{\partial f}{\partial \Phi_1} + \frac{\partial Y(\Phi_2)}{\partial \Phi_n}\frac{\partial f}{\partial \Phi_2} + \ldots + \frac{\partial Y(\Phi_n)}{\partial \Phi_n}\frac{\partial f}{\partial \Phi_n} = 0,$$

qui est satisfaite si l'on annule les coefficients en posant

$$Y(\Phi_1) = F_1, \qquad Y(\Phi_2) = F_2, \qquad \ldots, \qquad Y(\Phi_n) = F_n,$$

les F étant des fonctions arbitraires de $\Phi_1, \Phi_2, \ldots, \Phi_{n-1}$, mais non de Φ_n.

Ces n relations déterminent les coefficients Y_i, que j'appelais dans ma Thèse les *fonctions adjointes* des X_i, de telle sorte que l'opérateur $Y(f)$ peut finalement se mettre sous la forme, qui, à mon avis, est nouvelle,

$$\frac{1}{D}\left|\begin{array}{cccc|c} & & D & & \begin{array}{c}F_1\\ F^2\\ \ldots\\ F_n\end{array} \\ \hline \frac{\partial f}{\partial x_1} & \frac{\partial f}{\partial x_2} & \ldots & \frac{\partial f}{\partial x_n} & 0 \end{array}\right|.$$

Égalé à zéro, cet opérateur constitue, à son tour, une équation dont les intégrales sont permutées par l'opérateur X, c'est-à-dire par le premier membre de (3).

C'est là le théorème réciproque important en pratique.

M. Popovici parle de la généralisation que l'on obtient en cherchant un opérateur Y satisfaisant à la condition

$$X[Y(f)] - Y[X(f)] = \lambda X(f).$$

Certainement, $Y(f)$ est encore une solution de $X(f)=0$, si f en est une, mais malheureusement le théorème réciproque disparaît.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction* $D(\lambda)$ *de Fredholm.* Note de M. T. **Lalesco**, présentée par M. Émile Picard.

Aux résultats énoncés dans une Note précédente on peut adjoindre les remarques suivantes :

I. Considérons une équation de Fredholm quelconque

$$\varphi(x)+\lambda\int_a^b f(x,s)\,\varphi(s)\,ds=F(x), \tag{1}$$

soit $f_p(x, s)$ le noyau obtenu de $f(x, s)$ par $p-1$ itérations successives et $k_p=\int_a^b f_p(s,s)\,ds$.

La condition nécessaire et suffisante pour qu'à l'équation (1) corresponde exactement n fonctions singulières est qu'on puisse trouver n quantités $a_1, a_2, \ldots, a_n$ telles que, pour $p>2$, on ait

$$k_p=a_1^p+a_2^p+\ldots+a_n^p.$$

S'il n'y a aucune racine, on retombe sur un résultat déjà énoncé.

Ce criterium permet de trouver immédiatement un théorème de M. D. Hilbert sur la même question dans le cas d'un noyau symétrique; mais on peut voir aussi facilement qu'il n'est plus vrai pour un noyau non symétrique. Voici un exemple dû à M. E. Goursat.

Prenons $f(x, s)$ égale à la série uniformément convergente entre a et b :

$$\begin{aligned}a_1\sin x\sin y+a_2\sin 2x\sin 2y+\ldots+a_n\sin nx\sin ny\\ +a_{n+1}\sin(n+1)x\cos(n+1)y+\ldots\\ +a_{n+p}\sin(n+p)x\cos(n+p)y+\ldots;\end{aligned}$$

on a immédiatement

$$k_p=a_1^p+a_2^p+\ldots+a_n^p.$$

Il n'y a donc que n fonctions singulières. Dans le même ordre d'idées, on obtient un exemple extrêmement simple d'une équation de Fredholm sans aucune fonction singulière en prenant $f(x, s)=\varphi_1(x)\,\varphi_2(s)$, φ_1 et φ_2 étant deux fonctions orthogonales dans l'intervalle ab.

2. Dans le cas où l'on a

$$(2) \qquad f(x, s) = \frac{\psi(x, s)}{(x-s)^\alpha} \qquad 0 < \alpha < 1,$$

on peut toujours définir la fonction $D(\lambda)$ correspondante en supprimant un certain facteur exponentiel. Si $\alpha < \frac{1}{2}$, on sait que M. D. Hilbert, par un artifice ingénieux, a supprimé le facteur $e^{k_1\lambda}$. Dans le cas général, soit $\frac{r}{r+1}$ le quotient de deux entiers consécutifs immédiatement supérieur α; en supprimant le facteur

$$e^{k_1\lambda - k_2\frac{\lambda^2}{2} + \ldots + (-1)^{n+1} k_n \frac{\lambda^n}{n}},$$

on obtient une fonction $D(\lambda)$ qui a un sens. Cela posé, la fonction entière ainsi obtenue a un ordre ν limité. Si la fonction $\psi(x, s)$ satisfait dans le carré (ab, ab) à la condition de Lipschitz, cet ordre est plus petit que $r+1$; dans le cas général on peut affirmer qu'il est au plus égal à $3r$. Le criterium précédent est applicable; il suffira de remplacer 2 par ν.

Une conséquence de ce résultat est que le théorème de M. D. Hilbert, étendu aux noyaux de la forme (2) où $\psi(x, s)$ désigne une fonction symétrique de x et s, seulement pour $\alpha < \frac{1}{2}$, est vrai pour toute valeur de $\alpha < 1$.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les systèmes d'équations aux dérivées partielles auxquels conduisent : 1° l'étude des déformations finies d'un milieu continu dans l'espace à n dimensions; 2° la détermination des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables.* Note de M. **Riquier**, présentée par M. Émile Picard.

I. Un système différentiel, *résolu par rapport à certaines dérivées* (d'ordres positifs ou nuls) des fonctions inconnues qui s'y trouvent engagées, sera dit *complètement intégrable*, s'il admet un groupe d'intégrales, et un seul, répondant à des conditions initiales arbitrairement choisies.

Un système complètement intégrable étant donné, adjoignons aux diverses équations qui le composent toutes celles qui s'en déduisent par des différentiations d'ordres quelconques, puis considérons le groupe illimité des formules qui donnent la solution *numérique* générale du système ainsi prolongé, et où les diverses quantités *principales* se trouvent exprimées à

l'aide des variables indépendantes et des quantités *paramétriques*. Cela étant, nous dirons que le système complètement intégrable donné est de *forme ordinaire*, si, en attribuant à chacune des variables indépendantes une cote (unique) égale à 1, et à chacune des fonctions inconnues une cote (unique) convenablement choisie, les formules dont il s'agit satisfont toutes, sauf un nombre essentiellement limité d'entre elles, à la condition que le second membre de chacune ait une cote au plus égale à celle du premier membre correspondant (telle est, par exemple, une forme orthonome passive).

Nous nommerons, enfin, *arbitraire du genre h* une fonction arbitraire de h variables indépendantes (les constantes arbitraires sont, d'après cette définition, des arbitraires de genre zéro).

II. L'étude des déformations finies d'un milieu continu dans l'espace à n dimensions conduit, comme on sait, à la considération des $\frac{n(n+1)}{2}$ équations simultanées

$$\frac{\partial u}{\partial x_j}\frac{\partial u}{\partial x_k}+\frac{\partial v}{\partial x_j}\frac{\partial v}{\partial x_k}+\ldots+\frac{\partial w}{\partial x_j}\frac{\partial w}{\partial x_k}=\mu_{j,k},$$

où $u, v, \ldots, w$ désignent n fonctions inconnues de n variables indépendantes $x_1, x_2, \ldots, x_n$, (j, k) une *combinaison* de deux entiers, *distincts ou non*, pris dans la suite $1, 2, \ldots, n$, et $\mu_{j,k}(=\mu_{k,j})$ une fonction donnée des n variables indépendantes. Pour qu'un pareil système admette quelque groupe d'intégrales, il est nécessaire que les $\frac{n(n+1)}{2}$ fonctions données $\mu_{j,k}$ satisfassent identiquement à un système de $\frac{n^2(n^2-1)}{12}$ équations aux dérivées partielles du second ordre; et réciproquement, si les fonctions $\mu_{j,k}$ vérifient identiquement ces dernières, la solution générale du système proposé, aux inconnues $u, v, \ldots, w$, dépend de $\frac{n(n+1)}{2}$ constantes arbitraires. Les $\frac{n(n+1)}{2}$ fonctions $\mu_{j,k}$ se trouvant ainsi assujetties à vérifier certaines *conditions de possibilité*, si l'on se propose de rechercher *quels sont, dans le choix de ces fonctions, les éléments dont on peut disposer arbitrairement*, il suffit évidemment, pour résoudre la question, de mettre sous une forme complètement intégrable le système constitué par l'ensemble des conditions de possibilité, puis de fixer (à l'aide d'un procédé élémentaire que nous avons fait connaître) l'économie des conditions initiales dans la forme dont il s'agit : or, *une simple résolution d'équations linéaires fournit immédiate-*

ment, pour l'ensemble des conditions de possibilité, une forme complètement intégrable (qui, d'ailleurs, est ordinaire), et permet, en conséquence, de résoudre la question posée.

On peut, enfin, établir à ce sujet la proposition suivante : *Si, considérant le système formé par les conditions de possibilité, on le réduit, de façon quelconque, à une forme complètement intégrable qui soit ordinaire, il y a nécessairement, dans cette dernière, n inconnues entièrement arbitraires, et pas davantage.*

III. La détermination des systèmes de coordonnées curvilignes orthogonales à n variables conduit, comme on sait, aux $\frac{n(n-1)}{2}$ équations simultanées

$$\frac{\partial u}{\partial x_j}\frac{\partial u}{\partial x_k}+\frac{\partial v}{\partial x_j}\frac{\partial v}{\partial x_k}+\ldots+\frac{\partial w}{\partial x_j}\frac{\partial w}{\partial x_k}=0,$$

où u, v, ..., w désignent n fonctions inconnues des n variables indépendantes x_1, x_2, ..., x_n, et (j, k) une *combinaison* de deux entiers *distincts* pris dans la suite 1, 2, ..., n. Cela étant, *si l'on réduit, de façon quelconque, le système dont il s'agit à une forme complètement intégrable qui soit ordinaire, l'ensemble des conditions initiales relatives à cette dernière contient nécessairement, sans aucune arbitraire de genre supérieur à 2, $\frac{n(n-1)}{2}$ arbitraires de genre 2, et pas davantage;* quant aux arbitraires de genre 1 et 0, leurs nombres respectifs peuvent, moyennant une simple modification d'écriture dans les conditions initiales, surpasser tous entiers donnés.

MÉCANIQUE. — *Sur la Mécanique générale.* Note de MM. Eugène et François Cosserat.

Dans une Note précédente, nous avons montré comment la notion d'*invariant différentiel*, prise sous sa forme la plus simple, permet d'établir, avec une très grande généralité, la dynamique du point et du corps invariable. On peut construire exactement sur le même plan la statique et la dynamique du corps déformable. En outre, si l'on élargit la notion d'invariant différentiel de manière à y comprendre l'idée de *paramètre différentiel*, on reconnaît que la Physique théorique moderne est un prolongement immédiat, *au point de vue eulérien*, de la Mécanique proprement dite, et l'on se trouve

naturellement conduit aux doctrines électriques actuelles. Il est inutile d'insister sur l'intérêt d'une telle unification.

Nous donnerons en premier lieu quelques indications générales sur la statique et la dynamique du corps déformable *au point de vue lagrangien*. La définition géométrique d'un tel corps, établie de manière à satisfaire aux besoins actuels de la Science, peut être précisée comme il suit; on y retrouve la trace du concept atomique. Une ligne déformable est un ensemble continu de trièdres à un paramètre, une surface déformable un ensemble à deux paramètres, un milieu déformable un ensemble à trois paramètres ρ_i; quand il y a mouvement, il faut ajouter le temps t à ces paramètres géométriques ρ_i. Le lien qui existe entre les éléments du corps s'exprime par l'intégrale d'une fonction de deux éléments infiniment voisins dans le temps et dans l'espace, que nous appelons l'*action*. En introduisant la condition d'invariance dans le groupe des déplacements euclidiens, *la densité de l'action en un point d'un corps déformable a la forme remarquable que nous avons déjà rencontrée dans la dynamique du point et du corps invariable*. Soient, avec les notations des *Leçons* de M. Darboux, (ξ_i, η_i, ζ_i), (p_i, q_i, r_i) les vitesses géométriques de translation et de rotation du trièdre élémentaire et (ξ, η, ζ), (p, q, r) les vitesses analogues relatives au mouvement de ce trièdre; l'action est l'intégrale

$$\int_{t_0}^{t_1}\int\cdots\int W(\rho_i, t; \xi_i, \eta_i, \zeta_i, p_i, q_i, r_i; \xi, \eta, \zeta, p, q, r)\, d\rho_1, \ldots, d\rho_i, \ldots, dt.$$

La variation de cette action conduit à la *définition* de la quantité de mouvement, à celle de l'effort et du moment de déformation, à celle de la force et du moment extérieurs, enfin à celle de l'*énergie de déformation et de mouvement*.

Dans cette théorie, la statique devient entièrement autonome; il suffit de prendre une densité d'action W indépendante des vitesses (ξ, η, ζ), (p, q, r), c'est-à-dire de considérer un corps *sans inertie*, ou encore un corps doué d'inertie à condition de regarder la déformation comme une *transformation réversible* au sens de M. Duhem. Il suffit, d'autre part, de faire appel à la notion des *arguments cachés*, pour retrouver les concepts de la Mécanique classique, par exemple ceux de ligne flexible et inextensible, de surface flexible et inextensible, de corps invariable, ainsi que les théories moins particulières qui ont été proposées pour la ligne déformable depuis D. Bernoulli et Euler jusqu'à Thomson et Tait, pour la surface déformable depuis

Sophie Germain et Lagrange jusqu'à Lord Rayleigh, pour le milieu déformable depuis Navier et Green jusqu'à W. Voigt.

Les différents points de vue sous lesquels on a considéré jusqu'ici les liaisons peuvent être aussi rapprochés d'une manière instructive; à côté de la méthode de Lagrange se rangent la théorie des liaisons intérieures sous ses différents aspects, celle des liaisons qui se traduisent par des efforts et des moments de contact et celle des liaisons qui sont réalisées à distance. Ces dernières se présentent en premier lieu de la façon suivante : envisageons, pour fixer les idées, un système de deux points décrivant des trajectoires différentes; l'action contient six arguments, les vitesses des deux points et quatre autres invariants euclidiens; ces six arguments conduisent à la généralisation des lois de force à distance proposées par Newton, Weber et Clausius et en fournissent encore de nouvelles, qui ont échappé, semble-t-il, à la recherche des théoriciens de l'hypothèse moléculaire.

L'évolution des problèmes fondamentaux de la Mécanique et de la Physique peut être étudiée d'une manière très complète, comme nous aurons l'occasion de le montrer, avec la forme que nous donnons à l'action; la généralité de cette forme donne de plus le moyen d'embrasser non seulement les phénomènes critiques de la Dynamique, mais aussi ceux de la Statique, par exemple l'allure des solides dans l'état plastique ou voisin de la rupture, et celle des fluides sous de grands efforts. Dans les circonstances ordinaires, cette généralité peut être réduite par la considération de l'état infiniment voisin de l'état naturel; c'est un point dont nous avons déjà parlé dans notre Note précédente. Mais on peut encore supposer qu'une ou plusieurs dimensions du corps déformable deviennent infiniment petites et envisager ce qu'on appelle un *corps mince*. Cette notion a été développée en 1828 par Poisson et aussi, peu après, par Cauchy; leur but, comme celui de tous les élasticiens qui se sont occupés plus tard de cette question ardue, a été d'établir un passage entre les théories distinctes des corps à une, deux, trois dimensions. C'est à la discussion passionnée des recherches de Poisson et de Cauchy que se rattache une part très importante de l'œuvre de Barré de Saint-Venant et de Kirchhoff. Cependant ces savants, et depuis leurs disciples, n'ont pas dégagé la véritable difficulté de la question; cette difficulté consiste en ce que, *généralement, la valeur zéro du paramètre qui s'introduit n'est pas un point ordinaire, comme l'ont admis Poisson et Cauchy, ni même un pôle, mais un point singulier essentiel.* Il faut rendre d'ailleurs cette justice à Poisson qu'il avait pressenti l'existence d'un tel point critique; Poisson n'a donné aucune suite à cette idée, qui lui aurait permis de pré-

ciser la portée de ses résultats; on ne peut aujourd'hui la laisser de côté dans l'étude des principes fondamentaux de la Mécanique.

NAVIGATION. — *Sur un compas électromagnétique particulièrement propre aux blockhaus cuirassés et aux sous-marins.* Note de M. **Louis Dunoyer**, présentée par M. E. Guyou.

Les compas universellement employés jusqu'à ce jour dans la navigation sont essentiellement composés d'une aiguille aimantée mobile sur pivot. La construction de navires en fer et surtout de navires cuirassés a obligé, d'une part, à perfectionner la construction des équipages aimantés et, d'autre part, à serrer de plus près le problème de la compensation des forces perturbatrices que les masses de fer et d'acier du navire exercent sur le compas. Les noms de Poisson, de Sir Georges Airy et de Lord Kelvin, entre autres, sont attachés aux progrès réalisés dans ces directions. On peut considérer les roses Thomson, en usage dans les différentes marines, comme ayant atteint à peu près les limites de perfection dont une rose est susceptible.

Pourvu que la force directrice moyenne, en un point donné du navire, ait une valeur suffisante, on peut compenser les actions perturbatrices du navire au moyen d'aimants permanents et de globes de fer doux convenablement placés. Mais, dans certains endroits du navire où il serait particulièrement désirable de connaître à chaque instant le cap, par exemple dans les blockhaus cuirassés, la force directrice agissant sur la rose, une fois la compensation faite, est si faible, par suite de la raréfaction du champ que produit la paroi cuirassée du blockhaus, que la position d'équilibre de l'aiguille est très mal assurée. Un léger frottement du pivot sur la chape ou des vibrations un peu fortes troublent alors d'une manière très grave les indications du compas.

Sur les sous-marins, les difficultés sont encore plus grandes, à cause des perturbations que produisent sur le compas les courants, d'intensité variable, qui alimentent les moteurs.

Les solutions essayées pour remédier à cet état de choses ont consisté dans la transmission soit optique, soit mécanique, soit électromagnétique des indications d'un compas compensé installé dans un endroit abrité; mais aucun de ces essais n'a donné, jusqu'à présent, de résultats satisfaisants. On a essayé, sans succès, sur les sous-marins, de suppléer au compas par un gyroscope; on a dû se résigner à revenir aux compas magnétiques,

malgré les difficultés que présentent leur installation et leur emploi.

Dans l'appareil que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, l'équipage magnétique est remplacé par une bobine tournant autour d'un axe vertical, au moyen d'un moteur suffisamment éloigné. Sur cet axe est monté un tambour en ébonite, dont la périphérie est cerclée d'une bague de cuivre coupée en deux points diamétralement opposés; le diamètre qui joint ces coupures est parallèle au plan des spires de la bobine. Les extrémités du fil de cuivre de la bobine sont reliées aux deux moitiés de la bague de cuivre. Sur cette bague frottent, en deux points diamétralement opposés, deux balais solidaires du navire; ces balais sont reliés à un galvanomètre. L'induit tournant est placé en un point du navire où l'on estime le champ stable et compensable. Le galvanomètre récepteur est placé dans le blockhaus ([1]).

Le cadre de ce galvanomètre est mobile autour d'un axe horizontal parallèle au plan de symétrie longitudinal du navire et porte un miroir concave qui forme, sur une glace dépolie placée au-dessus, l'image d'un trait lumineux parallèle à son axe; lorsque l'induit ne tourne pas, cette image passe par le centre de la glace. J'appelle alors sa position Ox. Lorsque l'induit tourne avec une vitesse suffisante (10 à 20 tours par seconde) l'image lumineuse se déplace et prend une position d'équilibre distante de la première d'une longueur

$$y = A \sin \zeta,$$

ζ étant le cap au compas, A un coefficient qui ne dépend que des constantes électriques du circuit, du nombre de tours par seconde et de l'intensité du champ magnétique au centre de la bobine tournante. Pratiquement, la mesure de y ne permettrait donc pas, commodément du moins, de connaître ζ, car A varie avec la vitesse du moteur et avec la position géographique du navire.

Mais plaçons sur la même bobine tournante un second enroulement identique au premier reliés à deux demi-bagues identiques aux premières avec des coupures situées dans le même plan; sur ces demi-bagues frotte une paire de balais calés à angle droit des premiers, reliés à un deuxième galvanomètre identique au premier, mais mobile autour d'un axe transversal dans le navire. L'image lumineuse, également transversale, relative à ce

([1]) Postérieurement à mes premiers essais, j'ai eu connaissance d'un article de l'*Elektrotechnische Zeitschrift* (1901) où l'emploi d'une bobine tournante pour indiquer le cap en mer est proposé. Mais l'auteur ne semble pas s'être préoccupé d'une étude précise de la question.

deuxième galvanomètre, se déplace à partir du centre, quand la bobine tournante est en mouvement, d'une longueur

$$x = A\cos\zeta.$$

Donc

$$\frac{y}{x} = \operatorname{tang}\zeta.$$

Mais $\frac{y}{x}$ est aussi la tangente de l'angle que l'axe Ox, précédemment défini, fait avec le rayon vecteur qui joint le centre de la glace au point de croisement des traits lumineux. *C'est donc le cap au compas, connu ainsi directement.*

Si l'induit tournant, *ou transmetteur*, est placé en un point du navire où le champ ne soit pas troublé ou soit compensé, ce cap au compas est aussi le cap magnétique.

Le *récepteur* est placé dans le blockhaus, sous les yeux de l'homme de barre.

Sur les sous-marins, l'induit serait placé dans un tube de bronze émergeant de la coque du navire qui constitue ainsi pour l'induit un écran, au moins partiel, contre les variations du champ magnétique intérieur produit par les dynamos. Les dimensions restreintes du récepteur paraissent devoir être ici particulièrement appréciables.

PHYSIQUE. — *Le nombre des électrons libres des métaux et la série électromotrice.* Note de M. V. SCHAFFERS.

Pour mettre d'accord avec l'expérience la formule classique $n^2 x = \sigma_\infty T$, M. L. Bloch a proposé récemment [1] de remplacer σ_∞ par σ_λ, tiré d'une formule de J.-J. Thomson. Cette substitution paraît moins avantageuse que l'introduction dans les calculs d'électrons des deux signes, proposée par Drude. Elle conduit, par exemple, à des valeurs N du nombre des électrons libres qui sont incompatibles avec la loi des forces électromotrices de contact $V_a - V_e = 18 \times 10^{-5} T \log_n \frac{N_e}{N_a}$, déduite par Drude de sa théorie électronique des métaux.

---

[1] *Libre parcours et nombre des électrons dans les métaux* (*Comptes rendus*, 4 novembre 1907, p. 754).

Or on peut assigner à N des valeurs, fonctions de constantes physiques connues, qui vérifient cette loi d'une manière satisfaisante. C'est ce que j'ai constaté, entre autres (à condition de multiplier par 6 le coefficient 18 de Drude), pour la formule empirique $N = K \frac{A}{\delta^2 \rho^{\frac{2}{3}}}$, où K est un coefficient de proportionnalité, A le poids atomique, δ le coefficient de dilatation thermique, ρ la résistivité au voisinage de 0°. La théorie électronique fait prévoir que la force électromotrice de contact doit dépendre de ces constantes, mais la forme de la relation précédente ne semble pas s'en déduire rigoureusement.

PHYSIQUE. — *Sur la condensation de la vapeur d'eau en présence de l'émanation du radium.* Note de Mme Curie, présentée par M. Lippmann.

J'ai montré dans un travail antérieur (¹) que, quand un gaz sous pression atmosphérique contient de l'émanation du radium, la radioactivité induite en suspension dans le gaz se comporte comme une matière pesante. En même temps que les particules de cette matière diffusent vers les parois solides voisines pour s'y déposer, elles possèdent aussi un lent mouvement d'ensemble vers le bas qui se superpose à cette diffusion. J'ai montré aussi que le phénomène de chute est très affaibli et peut même se trouver supprimé quand le gaz est parfaitement desséché, et j'en ai conclu que la présence de la vapeur d'eau favorise la formation d'agglomérations ayant comme noyaux les particules de la radioactivité induite et pouvant atteindre une masse suffisante pour acquérir une vitesse de chute appréciable.

J'ai recherché si ces agglomérations peuvent devenir visibles et j'ai trouvé qu'effectivement l'air humide contenant de l'émanation du radium contient toujours un brouillard plus ou moins opaque et formé de gouttelettes plus ou moins fines. Ce brouillard invisible à la lumière ordinaire est facile à voir quand il est éclairé par la lumière de l'arc électrique.

Conformément à ce qui se produit pour la chute de la radioactivité induite, le brouillard ne demande pas pour sa formation que la vapeur d'eau soit saturante. Il se produit même dans le cas où l'air contient peu de vapeur d'eau, mais ne se produit plus quand le desséchage est parfait.

J'employais dans ces expériences de petits ballons de 35^{cm^3} à 50^{cm^3} de

(¹) *Comptes rendus,* septembre 1907.

volume dans lesquels j'introduisais la quantité d'émanation maximum fournie par une solution de 0g,05 de chlorure de radium pur. Voici les conditions dans lesquelles j'ai observé la production de brouillard :

1° Le ballon contient quelques centimètres cubes d'eau distillée. Le brouillard d'abord opaque s'est formé peu à peu en gouttelettes plus grosses. Il est encore parfaitement visible, bien qu'affaibli, après 20 jours, alors que la quantité d'émanation présente est devenue 30 fois moins grande. La concentration de l'émanation dans le ballon à ce moment est à peu près la même que celle qui était réalisée dans certaines expériences où j'avais observé la chute de la radioactivité induite.

2° Le ballon contient une solution d'acide sulfurique dans l'eau à 43 pour 100 de SO^4H^2. La pression de vapeur d'eau de cette solution à la température ordinaire est environ la moitié de la pression de la vapeur d'eau saturante. Un brouillard s'est formé; il a été observé pendant 10 jours.

3° Le ballon contient des cristaux de phosphate de soude pour lesquels la pression d'équilibre de la vapeur d'eau à 17° est environ 1cm de mercure. L'émanation a été introduite à l'état sec. Il s'est formé un brouillard très visible. Je rappellerai que le phosphate de soude est le sel que j'ai employé pour établir une pression de vapeur d'eau connue dans un gaz contenant de l'émanation et préalablement desséché, et que dans ces conditions l'action de la pesanteur sur le dépôt de la radioactivité induite est très notable.

4° Le ballon contient un peu d'anhydride phosphorique enfermé entre deux tampons de coton de verre dans un petit tube ouvert aux deux bouts. Lors de l'introduction de l'émanation séchée, un faible brouillard s'est produit (probablement à cause de l'imperfection du desséchage), mais ce brouillard disparut et n'était plus visible le lendemain, la vapeur d'eau ayant été absorbée par le desséchant.

5° Le ballon contient un peu d'éther de pétrole et un petit bloc d'anhydride phosphorique destiné à absorber les traces d'eau. L'émanation était introduite à l'état aussi sec que possible. Un brouillard notable s'est produit, a augmenté d'intensité et est devenu, le lendemain, bien plus fort que celui produit avec l'eau distillée.

La production du brouillard semble liée à la présence de la radioactivité induite dans le gaz. Les ballons dont je me sers contiennent deux électrodes de platine. Si entre ces électrodes on établit une différence de potentiel de quelques centaines de volts, le brouillard est rapidement balayé par le champ électrique et disparaît totalement.

Cette action du champ est en faveur de l'opinion que la condensation de la vapeur d'eau ne se produit pas sur les molécules de l'émanation, lesquelles, comme on sait, ne prennent aucun mouvement appréciable dans un champ électrique. On peut au contraire admettre que la condensation se fait sur les particules de la radioactivité induite, car on sait que dans un champ électrique celles-ci se meuvent rapidement vers la cathode et que, par cet effet, leur concentration dans le gaz devient très faible. Lors de la suppression

du champ, le brouillard se reforme progressivement; il est très visible au bout de 5 minutes et complètement reformé en 15 minutes. Sa formation correspond donc à celle du radium A, premier composant de la radioactivité induite.

Bien que le ballon soumis à l'observation ait été plongé dans un bain d'eau, la température n'était pas assez uniforme pour empêcher la production de remous dans le gaz. Ces remous empêchent l'observation d'un mouvement régulier des gouttes sous l'influence de la pesanteur ou du champ électrique. Je compte étudier ces mouvements au moyen d'un appareil plus approprié.

J'ai observé comment se comporte un ballon contenant de l'eau distillée et de l'air sans émanation. Si l'air contient des poussières, des nuages de gouttelettes sont soulevés dans le ballon lors de la moindre variation de température; mais ces gouttelettes se déposent rapidement, et, dès que les poussières ont ainsi été entraînées, de nouvelles gouttelettes ne se forment plus que très difficilement et en très petit nombre, même quand on produit exprès un échauffement local du liquide ou un refroidissement de la paroi pour favoriser la distillation. La même expérience répétée avec la solution d'acide sulfurique et avec l'éther de pétrole a donné le même résultat.

On peut conclure de cette première étude que les particules de la radioactivité induite du radium ont la propriété de condenser la vapeur d'eau saturante et même la vapeur d'eau non saturante, soit par attraction électrostatique, soit par affinité chimique. Le même phénomène a été observé pour la vapeur saturante de l'éther de pétrole, et je compte examiner aussi d'autres liquides.

Il faut remarquer que ce phénomène ne doit pas être confondu avec le phénomène connu de la condensation de la vapeur d'eau par les ions gazeux qui sont produits en grand nombre par l'émanation du radium. On sait, en effet, que la vapeur d'eau ne se condense sur ces ions que quand elle est assez fortement sursaturée par suite d'une détente brusque (quand sa pression devient momentanément quatre fois plus grande que la pression d'équilibre). En présence de l'émanation, au contraire, la condensation se produit pour la vapeur d'eau dont la pression est très inférieure à la pression de saturation.

PHYSIQUE. — *Sur le lithium contenu dans les minéraux radioactifs.* Note de Mlle **Gleditsch**, présentée par M. Lippmann.

On sait que M. Ramsay a annoncé que l'émanation du radium transforme le cuivre en lithium. Il était donc intéressant de savoir si les minerais qui contiennent en même temps du cuivre et du radium contiennent aussi du lithium.

Sur la proposition de Mme Curie, j'ai commencé, à ce point de vue, dans son laboratoire, l'analyse de quelques minerais radioactifs. Dans le dernier numéro de *Nature*, paru le 28 novembre 1907, M. Mc Coy indique, dans une lettre envoyée à ce journal, les résultats préliminaires de quelques recherches analogues, ce qui m'oblige à publier plus tôt que je ne l'aurais voulu les premiers résultats de mes expériences.

J'ai analysé une pechblende de Joachimsthal (Bohême) et j'ai trouvé, d'accord avec M. Mc Coy, que la pechblende contient du lithium, mais en très petite quantité. Dans 10^g^ de matière j'ai précipité d'abord les différents groupes de métaux, puis j'ai chassé les sels ammoniacaux, et dans le résidu, qui ne contient que les métaux alcalins, j'ai vu avec l'aide de spectroscope la raie rouge du lithium, distincte mais très faible. En même temps j'ai recherché la sensibilité de la réaction spectroscopique et j'ai trouvé qu'on peut voir la raie du lithium, quoique faible, dans un mélange de chlorure de lithium et de chlorure de sodium de 1 sur 10000.

J'ai l'intention de continuer ces recherches avec d'autres minerais radioactifs; je m'occupe en ce moment de doser le cuivre contenu dans ces minerais, pour déceler, si possible, un rapport entre le cuivre et le lithium.

PHYSIQUE. — *Flammes sonnantes et tubes à flammes à plusieurs sons.* Note [1] de M. **Athanasiadis**, présentée par M. Lippmann.

M. Majorana [2] a déjà remarqué qu'une flamme manométrique peut reproduire le son qui cause ses vibrations d'intensité. Il suffit pour cela de faire agir sur elle un courant d'air, par exemple en soufflant avec la bouche

---

(1) Présentée dans la séance du 4 novembre 1907.

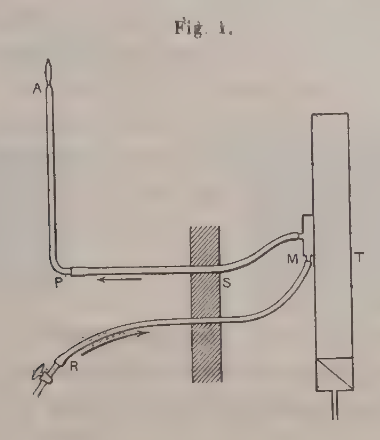
(2) Q. Majorana, *Si di una proprieta acustica delle fiamme manometriche* (*Il Nuovo Cimento*, 5e série, t. VII, 1904, p. 35).

ou avec un chalumeau. Ce phénomène est comparable à celui de l'arc chantant.

De nombreuses expériences nous ont amené à constater qu'une flamme manométrique convenablement réglée peut produire sans aucun soufflage un son perceptible à distance dont le nombre des vibrations est égal au nombre des vibrations de la membrane manométrique.

Flamme manométrique sonnante. — Pour le constater nous prenons un tuyau sonore T (*fig.* 1) portant dans un des nœuds une capsule manomé-

Fig. 1.



trique M. De ce tuyau part un tube de caoutchouc de 2^{mm}-3^{mm} au bout duquel est adapté un tube de verre effilé dont l'orifice a un diamètre de $0^{mm},8$-1^{mm}.

Quand le tuyau T porté sur une soufflerie parle, en réglant l'écoulement du gaz par le robinet R et en diminuant graduellement la hauteur de la flamme A, nous entendons un son provenant de la flamme, bien distinct et de la même hauteur que celui du tuyau. Ce son devient plus fort pendant qu'on diminue la hauteur de la flamme. Ainsi avec une flamme d'hydrogène nous entendons un son purement musical quand la flamme a une hauteur de 12^{mm}-15^{mm}; en modérant la flamme nous avons un son plus fort et criard et surtout quand la flamme réduite davantage rentre dans le tube de 3^{mm}-4^{mm}. Ce son est perceptible à une distance de 6^{m}-7^{m} et plus. Le même phénomène a lieu avec une flamme de gaz d'éclairage ou d'acétylène, mais dans ce cas le son est produit avec une flamme plus longue (2^{cm}-3^{cm}).

Pour ne pas confondre le son de la flamme avec celui du tuyau T, nous avons mis le tuyau dans une autre chambre, bien fermée, séparée par le

mur S (*fig.* 1), qui est traversé par les tubes RM et MP conduisant le gaz. Nous pouvons ainsi nettement entendre le son de la flamme.

Nous concluons de nos expériences que toute flamme manométrique convenablement réglée peut produire un son, dont l'intensité dépend de la longueur de la flamme et de la hauteur du son, ainsi que de la largeur des vibrations de la membrane manométrique et du diamètre de l'orifice du tube.

II. *Coexistence de deux sons.* — Une flamme manométrique peut produire en même temps deux ou plusieurs sons. Pour cela, nous avons pris deux tuyaux sonores (do_3 et sol_3) portant des capsules manométriques, dans lesquelles le gaz est conduit par un tube bifurqué, et deux autres tubes conduisant le gaz à la même flamme. En réglant la hauteur de la flamme, nous entendons le son (provenant de la flamme) soit du premier, soit du second tuyau, soit des deux simultanément, faisant parler les tuyaux par le courant de soufflerie. Nous pouvons aussi montrer la coexistence des deux sons par le miroir tournant.

PHYSIQUE. — *Sur l'emploi des très basses températures pour l'analyse spectrale et pour l'étude des phénomènes magnéto-optiques dans les solutions.* Note de M. **Jean Becquerel**, présentée par M. H. Poincaré.

On sait que les bandes d'absorption des corps solides deviennent aux très basses températures plus fines et en général beaucoup plus intenses qu'à la température ordinaire [1].

Il était important d'étendre ces résultats aux corps dissous et d'étudier les bandes d'absorption des *solutions solidifiées*, à la température de l'air liquide.

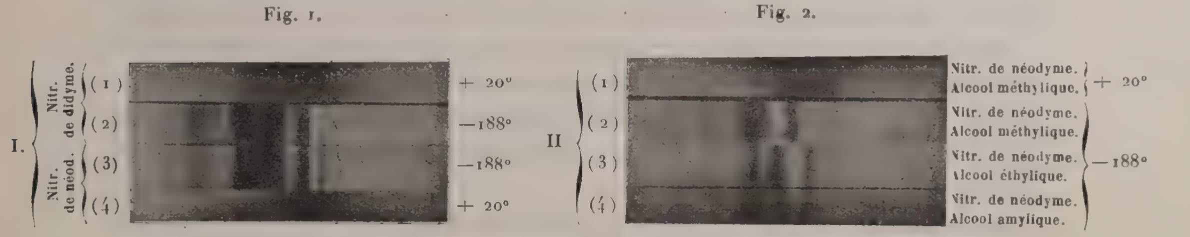
Les solutions des sels de terres rares, observées avec un spectroscope assez dispersif (grand réseau de Rowland, objectif de $1^m,30$), présentent, à la place des groupes de bandes assez nettes des cristaux contenant les mêmes corps, de larges bandes floues qui ont, dans les conditions ordinaires, un aspect plus ou moins dissymétrique, et à l'intérieur desquelles on entrevoit quelquefois plusieurs maxima.

---

[1] *Comptes rendus*, 25 février, 25 mars, 13 mai, 17 juin 1907. — *Le Radium*, t. IV, septembre 1907, p. 328.

Les solutions des nitrates de didyme, néodyme, erbium, samarium, dans les divers alcools, restent liquides jusqu'à très basse température, puis deviennent de plus en plus visqueuses et sont complètement solidifiées à une température inférieure à celle de l'air liquide. Les larges bandes observées à la température du laboratoire se trouvent, à -188°, séparées en nombreuses composantes parfois très nettes et intenses. La figure 1, qui représente ce phénomène, a été obtenue avec des solutions à 30 pour 100 de nitrate de didyme et de nitrate de néodyme dans l'alcool éthylique, l'épaisseur traversée étant de 3^{mm}; les spectres (1) et (4) représentent une bande (entre $570^{\mu\mu}$ et $585^{\mu\mu}$) à 20° et les spectres (2) et (3) la même bande, séparée en plusieurs composantes à -188°.

Fig. 1. Fig. 2.



La résolution des bandes d'absorption montre tout le parti qu'on peut tirer de l'analyse spectrale aux très basses températures pour la recherche et l'isolement des terres rares.

Ce phénomène permet également d'entreprendre, dans des conditions qui n'avaient pu encore être réalisées, l'étude de la variation du spectre d'un même corps, sous diverses influences. Je citerai comme exemples les observations suivantes :

Influence du solvant sur le spectre d'absorption. — Si l'on dissout une même proportion de nitrate de néodyme dans les alcools méthylique, éthylique et amylique, on obtient à -188°, dans le jaune-vert, les spectres représentés (*fig.* 2) en (2), (3) et (4) (concentration 10 pour 100, épaisseur 3^{mm}). Les bandes des solutions éthylique et amylique se retrouvent dans les deux spectres avec de légers déplacements dans un sens ou dans l'autre; au contraire, les groupes de bandes des solutions méthylique et éthylique sont très différents.

En mélangeant les solutions méthylique et éthylique, on observe un effet très inattendu. Les bandes se distinguent en deux sortes : les unes, comprenant toutes les bandes d'un groupe (515 à 525) et quelques bandes du groupe jaune-vert, gardent sensiblement la même intensité et occupent, entre les posi-

tions extrêmes qui correspondent aux solutions séparées, une position intermédiaire dépendant de la proportion des deux alcools; au contraire les autres bandes, parmi lesquelles se trouvent les principales bandes du groupe jaune-vert, se mélangent, en subissant de légers déplacements, et leur intensité dépend de la proportion de la solution à laquelle elles appartiennent. Pour ces bandes les spectres des deux solutions se superposent en restant distincts.

Influence de la concentration. — On observe, pour quelques bandes du nitrate de néodyme, une très légère diminution de la longueur d'onde, quand la concentration augmente. Par exemple, pour la bande principale du groupe vert ($522^{\mu\mu},9$ pour une solution éthylique à 30 pour 100), le déplacement est d'environ $0^{\mu\mu},1$ lorsque la concentration passe de 5 à 70 pour 100.

Influence des variations de température sur la position des groupes de bandes. — Les groupes sont rejetés du côté du violet dans la solution solidifiée. Le déplacement d'ensemble du groupe vert-jaune du nitrate de néodyme est de $2^{\mu\mu}$ à $3^{\mu\mu}$ entre 20° et $-188°$ (*fig.* 1 et 2). Le groupe vert est beaucoup moins déplacé.

En examinant le spectre pendant le réchauffement et la liquéfaction de la solution, je n'ai observé aucun changement brusque correspondant au changement d'état de l'alcool.

Déplacement des bandes sous l'influence d'un champ magnétique. — Plaçons une solution de nitrate de néodyme à la température de l'air liquide dans un champ magnétique parallèle au faisceau lumineux, et disposons devant la fente du spectroscope une lame quart d'onde suivie d'un rhomboèdre de spath permettant d'obtenir deux plages contiguës et d'analyser deux vibrations circulaires inverses. Sous l'action d'un champ intense, on voit quelques bandes se déplacer en des sens opposés dans les deux plages. La bande donnant le résultat le plus net est la bande fine et intense du groupe vert ($522^{\mu\mu},9$ en solution éthylique) : le décalage entre les deux composantes est de $0^{\mu\mu},65$ pour 14000 gauss. Les deux bandes voisines, plus floues ($521^{\mu\mu},9$ et $523^{\mu\mu},9$), ont des déplacements du même ordre de grandeur. Le sens du phénomène correspond, pour ces trois bandes, à des électrons négatifs.

Dans le groupe jaune-vert, on trouve deux bandes ($581^{\mu\mu},5$ et $583^{\mu\mu},1$, solution éthylique) qui se déplacent très légèrement ($0^{\mu\mu},01$ à $0^{\mu\mu},02$ pour 14000 gauss) dans le sens qui correspondrait à des électrons positifs.

Il est très remarquable de trouver dans les solutions, comme dans tous les cristaux, deux sens opposés de déplacement, alors que dans les vapeurs

présentant l'effet Zeeman, on a obtenu pour toutes les bandes des déplacements de même sens, correspondant à des charges négatives.

Les déplacements très faibles sont visibles par le balancement des bandes observé en inversant rapidement plusieurs fois de suite le sens du champ.

Les bandes sensibles du groupe vert se retrouvent dans les diverses solutions alcooliques et les déplacements ne semblent pas dépendre du solvant. La bande $581^{\mu\mu},5$ de la solution éthylique se retrouve à peine déplacée, mais beaucoup plus fine et plus faible dans la solution méthylique, et paraît dans cette dernière solution posséder la même sensibilité à l'action du champ magnétique.

L'addition de 50 pour 100 de perchlorure de fer, corps très magnétique, ne modifie pas visiblement les décalages entre les composantes.

Dans une solution assez concentrée (70 pour 100), un notable pouvoir rotatoire magnétique négatif peut être observé, à l'intérieur de la bande sensible $522^{\mu\mu},9$, par les méthodes précédemment exposées.

Si on laisse la solution se réchauffer, *on peut encore observer après la liquéfaction de l'alcool le déplacement de la bande* $522^{\mu\mu},9$. Mais, à la température ordinaire, les bandes empiètent beaucoup trop les unes sur les autres pour que l'on puisse entrevoir leurs modifications dans un champ magnétique.

L'ensemble de ces résultats montre l'intérêt qui se rattache à l'étude des spectres d'absorption aux très basses températures.

ÉLECTRICITÉ. — *Propagation des courants téléphoniques sur les lignes souterraines.* Note ([1]) de MM. **Henri Abraham** et **Devaux-Charbonnel**, présentée par M. J. Violle.

1. Étude du courant a l'arrivée sur une ligne de très grande longueur. — Nous avons vu précédemment ([2]) qu'une ligne extrêmement longue à fil double se comporte *au départ*, vis-à-vis d'une force électromotrice sinusoïdale, comme une capacité γ et une résistance ρ en série. Les valeurs absolues sont $\gamma = 0,77$ microfarad et $\rho = 420$ ohms pour les lignes souterraines du réseau de Paris.

Les lois générales des courants indiquent qu'une telle ligne doit aussi se

([1]) Présentée dans la séance du 25 novembre 1907.

([2]) *Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 867.

comporter *à l'arrivée*, vis-à-vis des différents appareils qu'elle a à actionner, comme une source ayant une force électromotrice d'amplitude déterminée et possédant une résistance et une capacité intérieures précisément égales aux valeurs ρ et γ mesurées *au départ*.

Nous avons vérifié, notamment sur une ligne longue de $58^{km},3$, que cette règle permet effectivement de calculer à l'avance, à quelques centièmes près, en intensité et en phase, le courant absorbé à l'arrivée par un appareil dont les constantes L, C, R sont données.

2. Propagation le long de la ligne. — Pour étudier la propagation le long d'une ligne infiniment longue, nous avons fait des mesures sur des lignes réelles de différentes longueurs, que nous faisions toujours suivre d'une capacité et d'une résistance choisies de manière à former une ligne artificielle équivalente à la ligne infinie. Les appareils étaient intercalés entre la ligne réelle et la ligne artificielle.

Si nous représentons par R et C la résistance et la capacité par unité de longueur de la ligne, les lois théoriques de la propagation d'un courant sinusoïdal sont

$$E = E_0 e^{-\alpha x} \cos(\omega t - \alpha x),$$

$$rI = E_0 e^{-\alpha x} \cos\left(\omega t - \alpha x - \frac{3\pi}{4}\right)$$

avec

$$r = \sqrt{\frac{R}{\omega C}} \qquad \text{et} \qquad \alpha = \sqrt{\frac{\omega CR}{2}}.$$

On voit tout d'abord que les amplitudes doivent varier en progression géométrique le long de la ligne, pendant que les phases varieront en progression arithmétique. Cela était à peu près évident, *a priori*, sans théorie mathématique.

Mais les formules montrent quelque chose de plus : c'est que la même constante, α, doit définir ces deux variations d'amplitude et de phase. Si donc on a mesuré, par exemple, la phase αx à la distance x de l'origine, on doit pouvoir en déduire l'amplitude et la phase à toute distance. Le Tableau ci-après donne les valeurs ainsi calculées et les valeurs observées, à différentes distances, pour le rapport entre l'intensité au départ et l'intensité à l'arrivée, ainsi que pour la différence entre la phase à l'arrivée et la phase au départ, la fréquence étant de 500 périodes par seconde :

Distance à l'origine.	Rapport des intensités observé.	calculé.	Différence de phase calculée.	observée.
km 16,4	2,4	2,5	52°	49°
37	8	7,5	114	115
58,3	21,5	23	180	180 (base)

Nous avons encore vérifié que les phases et les rapports observés restaient les mêmes, quelle que fût l'amplitude de la force électromotrice, qui a varié de 0,2 volt à 2,5 volts.

Influence de la fréquence. — La théorie indique que le coefficient α, qui règle à la fois l'amortissement du courant et les variations de la phase le long de la ligne, doit varier lui-même proportionnellement à la racine carrée de la fréquence.

Des mesures ont été faites sur la ligne de $58^{km},3$ avec des courants à 500 et à 250 périodes. Voici la comparaison des formules et de l'expérience :

Nombre de périodes par seconde.	Rapport des intensités observé.	calculé.	Différence de phase observée.	calculée.
250	9,4	9,2	122°	127°
500	21,4	23	180°	180° (base)

Toutes ces mesures pourront contribuer à préciser des faits que révèle l'usage journalier du téléphone : les lignes souterraines ne sont utilisables que pour des distances modérées; la hauteur des sons a une influence considérable sur la puissance des transmissions à grande distance; les voix graves sont mieux transmises que les voix aiguës, et la ligne absorbe les harmoniques élevés.

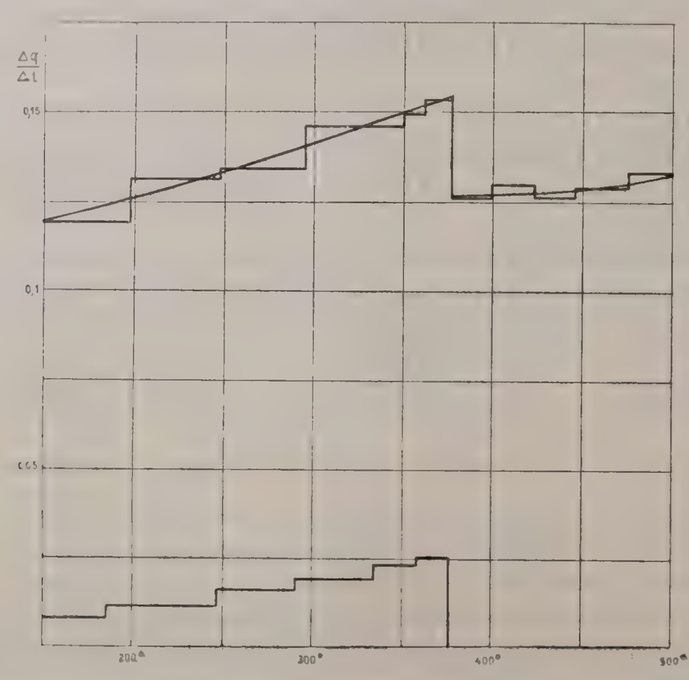
Si la téléphonie est néanmoins possible, avec des lignes souterraines, à des distances encore assez grandes, malgré l'altération profonde de la parole, cela tient d'abord à l'extrême sensibilité de l'oreille et surtout à ce que celui qui écoute devine les mots plus qu'il ne les entend.

MAGNÉTISME. — *L'intensité d'aimantation à saturation du fer et du nickel.* Note de M. **Pierre Weiss**, présentée par M. J. Violle.

On ne possède que des renseignements contradictoires sur l'intensité d'aimantation à saturation des métaux. La première exploration d'Ewing [1],

[1] Ewing and Low, *Phil. Trans.*, t. CLXXX, 1899, A, p. 221.

encore peu précise, semble indiquer pour le fer une intensité constante et voisine de 1700, de 3000 à 20000 gauss, les expériences de du Bois et Taylor Jones [1] une valeur fortement croissante entre 5000 et 15000 gauss, et atteignant 1850. Toutes ces expériences sont influencées par le voisinage du fer de l'électro-aimant dans lequel la distribution de l'aimantation est incertaine. J'ai opéré dans des entrefers plus étendus.



Première méthode. — Entrefer de 35^{mm} entre pièces polaires coniques de 15^{cm} de diamètre. Introduction et extraction d'une tige de fer de 4^{mm} de diamètre, passant dans 10 tours induits fixes, par une perforation axiale de 4^{mm} de l'électro-aimant.

H gauss.	Suède (Kohlsva).	Fer doux I du commerce.	Fer doux II du commerce.
980	1718	1699	1711
1980	1722	1706	1715
4050	1723	1706	1718
7900	1727	1707	1715
10550	1727	1706	1715
11900	1723	1704	1712
14700	1721	1701	1708

(1) Du Bois et Taylor Jones, *Elektrot. Zeitschr.*, t. XXIV, 1890, p. 293.

La saturation est donc sensiblement atteinte à 2000 gauss; la faible décroissance de 0,3 pour 100 dans les champs intenses est probablement l'indice du résidu de la cause d'erreur mentionnée ci-dessus.

Deuxième méthode. — Un petit solénoïde placé dans l'axe de l'entrefer de 40^{mm} entre pièces polaires planes de 15^{cm} forme la bobine induite. On introduit par la perforation axiale un ellipsoïde de révolution allongé de fer ou de nickel, dont les axes ont 4^{mm} et 9^{mm}. La masse de matière magnétique déplacée étant minime, on évite toute répercussion sur les pièces polaires. La position de chaque spire du solénoïde a été relevée avec la machine à diviser. J'ai trouvé ainsi :

H gauss.	Fer densité 7,860 $t = 16°$.	H gauss.	Nickel densité 8,847 $t = 19°,3$.
450	1723,4	450	488,1
770	1728,9	1420	495,4
1740	1730,5	3850	496,0
4210	1731,3	6320	497,0
5210	1730,9	7320	497,1
6600	1731,3	8810	497,1

Les champs ont été corrigés des champs démagnétisants des ellipsoïdes. Le fer est le même fer très doux de Suède (Kohlsva); le nickel est obtenu par décomposition du nickel-carbonyle, donc exempt d'impuretés métalliques.

J'estime que les intensités d'aimantation à saturation du fer et du nickel à la température ordinaire sont données par 1731 et 497, à 0,5 pour 100 près.

PHYSIQUE. — *Application de la loi de Poiseuille à la mesure des pressions élevées.* Note de M. A. **Perot**, présentée par M. Amagat.

La construction d'un manomètre précis pour les pressions élevées, de plusieurs centaines de kilogrammes, n'est pas sans présenter des difficultés considérables, d'ailleurs surmontées dans les appareils différentiels à mouvement louvoyant, dus à M. Amagat. Ayant eu, en vue d'étalonnages, à me préoccuper de la construction d'un appareil de cette nature, j'ai été amené, en mettant à profit la loi de l'écoulement des liquides à travers les tubes capillaires, due à Poiseuille, à réaliser un dispositif très simple qu'il me paraît intéressant d'indiquer.

L'appareil est construit de la façon suivante : un tube capillaire (tige de thermomètre) de 30cm de longueur, de 0mm,05 environ de diamètre intérieur, est enroulé en spirale et soudé à un tube plus large mastiqué dans la pièce de raccord de l'éprouvette de la presse de M. Cailletet; la spirale plonge dans l'éprouvette préalablement remplie d'eau filtrée. La partie du tube qui émerge est reliée à un tube le long duquel sont ménagées des ampoules de 2cm³, séparées les unes des autres par des traits de repère. Le tout est placé dans un bac de 50l contenant de l'eau maintenue à 32°.

Si l'on injecte de l'eau dans l'éprouvette et qu'on maintienne la pression constante, ce qui est facile avec un piston plongeur commandé par une vis, le liquide s'écoule dans les ampoules en traversant le tube capillaire. En vertu de la loi de Poiseuille, le temps nécessaire à l'écoulement d'une masse donnée, correspondant par exemple au volume d'une ampoule, est inversement proportionnel à la pression : si donc l'appareil a été taré pour une pression connue, il pourra être utilisé comme manomètre.

Le tube utilisé dans l'appareil construit convenait pour des pressions élevées allant jusqu'à 300kg. Il peut en réalité servir pour toutes celles pour lesquelles l'écoulement se fait suivant la loi de Poiseuille et non suivant le régime hydraulique. La méthode est, en principe, applicable pour toutes les pressions à condition de prendre un tube assez long et par suite de se placer dans les cas où la condition ci-dessus est réalisée; elle l'est pour le tube employé pour une pression de 10kg par centimètre de longueur.

Il est important d'opérer à une température toujours la même, voisine de 32°, pour laquelle la viscosité de l'eau est, d'après les recherches de M. Hauser, indépendante de la pression.

Voici, à titre d'indication, les résultats obtenus dans le tarage d'un manomètre métallique déjà ancien :

Pression vraie	104kg,5	200kg,2	286kg,2
Indication du manomètre	100	200	300
Temps nécessaire à l'écoulement de 2cm³ d'eau, en secondes	s 336,0	s 172,2	s 122,5
	328,0	170,0	121,0
	329,0	170,0	119,0
	325,5	168,0	118,5
	322,0	169,2	118,0
	322,0	170,0	117,0
	319,0	171,5	117,0
			119,0
Moyenne	325,9	170,1	119,0
Erreur probable de la moyenne en pour 100	0,43	0,31	0,53

Pour l'instrument construit, le produit de la pression par le temps nécessaire à l'écoulement de 2cm³ d'eau était 34,062, obtenu par comparaison avec

un manomètre à mercure et à huile de vaseline, pour des pressions voisines de 15^{kg}.

La précision obtenue est, on le voit, plus que suffisante pour des étalonnages d'appareils industriels, mais elle serait inacceptable pour des recherches de précision.

PHYSIQUE APPLIQUÉE. — *Sur l'emploi des hydrocarbures lourds pour l'éclairage.* Note de M. **Louis Denayrouze.**

J'ai l'honneur de faire connaître à l'Académie le résultat de recherches poursuivies pendant plusieurs années, sur la production de la lumière par incandescence, au moyen d'hydrocarbures autres que l'alcool et le pétrole. Après avoir obtenu de bons résultats avec le benzol, j'ai réussi à utiliser avantageusement une grande partie des hydrocarbures complexes que contient le goudron de houille.

L'usage de ces nouveaux liquides m'a paru offrir des avantages si considérables qu'avant de les signaler à l'Académie j'ai cru devoir soumettre mes résultats photométriques au contrôle du Laboratoire d'Essais du Conservatoire des Arts et Métiers. Les procès-verbaux des mesures effectuées par les services compétents établissent qu'avec les nouveaux liquides, l'unité de lumière ou la carcel-heure s'obtient avec une dépense qui, en poids, ne dépasse guère 5^{g}.

En même temps, ils constatent que le point d'inflammation de ces substances est beaucoup plus élevé que celui du pétrole et, *a fortiori*, de l'alcool, ce qui en rend le maniement tout à fait inoffensif.

Non seulement une allumette jetée à leur surface ne les enflamme pas, mais encore un tampon d'alcool, plongé dans leur masse, s'éteint immédiatement.

Ces liquides sont des produits d'une double distillation. L'un passe de 140° à 200° environ, l'autre de 200° à 270°. Le premier est tiré de l'huile moyenne du commerce, le second de l'huile lourde, rectifiées avec soin pour en éliminer les parties les plus réfractaires à l'action d'une chaleur modérée. Un mélange des deux peut être extrait directement du goudron.

Aux hydrocarbures employés jusqu'ici à la production de la lumière incandescente, le public reprochait : 1° le danger possible de leur maniement; 2° leur prix élevé; 3° l'instabilité de ce prix.

Or, l'emploi des hydrocarbures nouveaux pourra lever radicalement la

première objection. On peut même dire que l'éclairage produit par ces liquides, si peu inflammables, présentera plus de sécurité que l'éclairage au gaz, exposé à des fuites, et que l'électricité, sujette à des courts-circuits.

L'usage de ces mêmes liquides pourra réaliser un abaissement tout à fait décisif du prix de revient actuel de la lumière. En effet les huiles brutes, dont se retirent dans la proportion finale de 80 à 83 pour 100 les hydrocarbures utilisables, sont des produits résiduaires de plusieurs grandes industries, à commencer par celle du gaz. Comme ils existent en grande abondance et servent aux plus grossiers usages, tels que le westrumitage des routes et la conservation des bois, ils se vendent à très bas prix.

La comparaison des cours des carbures légers avec celui des hydrocarbures lourds, bruts, autorise à compter que, de ce chef, la dépense de liquide éclairant s'abaissera en moyenne des deux tiers au moins. Il est d'ailleurs peu à craindre de voir se produire une hausse artificielle sur les matières d'où se retireront les liquides nouveaux. En effet, en Angleterre seulement, la quantité de goudron sur laquelle on opère annuellement s'élève à 450000^{t}, dont chacune peut produire autant de lumière que 1000^{m} de gaz.

D'ailleurs et par surcroît, nos expériences ont amené un résultat d'une extrême utilité. Pour volatiliser convenablement des produits si peu volatils, nous avons pu créer des appareils permettant une meilleure utilisation des chaleurs perdues et un usage tout à fait pratique de pressions infimes. On a réussi, de cette façon, à abaisser de moitié environ la quantité de liquide éclairant nécessaire, en poids, pour produire l'unité de lumière.

Grâce à ces deux éléments d'économie combinés, il est permis de croire que l'incandescence par les hydrocarbures amènera sans peine, dans les campagnes, le changement que l'incandescence par le gaz a déjà produit dans les villes. D'autre part, si l'on réfléchit que déjà le gaz incandescent, utilisé dans de bonnes conditions, est arrivé à produire la lumière à un prix très inférieur à celui de l'incandescence électrique, il est évident que l'éclairage par les hydrocarbures lourds pourra d'emblée fournir, dans les villes, un moyen efficace de diminuer l'excès de dépense que l'on reproche à l'éclairage électrique dans les installations de quelque importance.

Cette application dans les villes, conçue dans un esprit de coopération avec les grandes industries anciennes, peut être finalement rendue très facile par le moyen détourné suivant, dont on s'est avisé en dernier lieu. Comme le gaz et l'électricité existent déjà dans toutes les installations urbaines, il est toujours possible d'enlever au système d'éclairage par les carbures sa principale incommodité pratique, à savoir : la

difficulté de l'allumage. En faisant arriver le gaz ou l'électricité, pendant 1 minute, au brûleur à hydrocarbure, on donne au nouvel éclairage, par le moyen de dispositifs extrêmement simples, toute la rapidité et toute la facilité de mise en train de l'ancien éclairage existant.

Quoi qu'il en soit de cette éventualité, il est en tous cas un usage urbain du nouveau procédé dont personne ne contestera l'utilité : c'est qu'il permet l'établissement permanent d'un éclairage de secours immédiat, qui obvie aux inconvénients, d'année en année plus fréquents et plus redoutables, d'un arrêt brusque et général du service des canalisations de gaz et d'électricité.

Ce ne serait pas ici le lieu de faire une comparaison entre le prix des divers modes d'éclairage, que toutes sortes de circonstances peuvent faire varier.

Nous nous bornerons à constater que, d'après les mesures d'intensité et de consommation que le Laboratoire d'Essais du Conservatoire a exécutées avec nos appareils, et en admettant que le prix de la tonne des huiles lourdes reste inférieur à 200^{fr}, le coût de la carcel-heure, avec le nouveau système, ne sera qu'une petite fraction de ce qu'il est aujourd'hui avec les procédés usités.

Ajoutons que les produits extraits du goudron constituent pour l'alcool, au moins en ce qui concerne l'éclairage et le chauffage, un carburant dont l'excellence a été attestée par la mesure du Conservatoire, qui fixe à $7^{g},3$ la consommation d'alcool carburé produisant la carcel-heure.

Notons enfin que ces produits ont un pouvoir calorifique élevé et qu'ils s'appliqueront avec avantage au chauffage. Cela suffira sans doute à établir qu'il y a des chances sérieuses pour que cette utilisation des hydrocarbures peu volatils exerce, sur la marche de diverses industries, une influence appréciable.

ÉLECTROCHIMIE. — *Action d'un conducteur électrique incandescent sur les gaz qui l'entourent.* Note de MM. **Couriot** et **Jean Meunier**, présentée par M. Troost.

Nous avons démontré (*Comptes rendus*, t. CXXVI, 1898, p. 750) que les conducteurs électriques incandescents de petit diamètre étaient impuissants à faire détoner par simple incandescence les mélanges de grisou et d'air, même dans les conditions les plus propices à l'explosion. Ce fait ne peut

être attribué uniquement au phénomène du retard à l'inflammation, lequel ne dure que quelques secondes pour le grisou, même à la température d'inflammation la plus basse. Nous avons pu en effet maintenir des fils incandescents dans de tels mélanges sans résultat apparent pendant 10 minutes, et on les maintiendrait indéfiniment en les empêchant de fondre. Nos expériences sur les lampes électriques (t. CXXVII, p. 559) rendent aussi ce fait très frappant.

Nous avons cherché longtemps une explication de ce phénomène : celle que nous proposons suffit pour rendre compte de ses particularités. Nous admettons que le filament électrisé incandescent attire vers lui les molécules d'oxygène et repousse par suite celles de l'hydrocarbure; il en résulte qu'il se forme autour du filament une sorte de gaine où ces dernières sont plus rares à mesure que l'on se rapproche du filament, et n'atteignent plus la proportion indispensable pour l'inflammation. Cette gaine ou zone protectrice, d'autant plus étendue que l'action du courant électrique est plus puissante, se trouve limitée à la couche gazeuse où l'inflammabilité est atteinte. D'autre part, le fil incandescent rayonne autour de lui de la chaleur, et, s'il est suffisamment volumineux, il pourra échauffer par rayonnement cette couche inflammable et la porter à sa température d'inflammation, soit 650° environ pour le grisou; alors l'explosion aura lieu.

Ce cas des conducteurs plus volumineux, que nous n'avions pas étudié, vient d'être réalisé par M. Hauser, professeur à l'École des Mines de Madrid. Il a reconnu (Conférence faite le 29 mai 1907, publiée par la *Revista minera*) que des fils de ferro-nickel de $0^{mm},3$ de diamètre ne pouvaient faire détoner les mélanges de grisou à 9 pour 100, tandis que des fils de fer doux de $0^{mm},9$, c'est-à-dire environ quatre fois plus gros que ceux dont nous nous sommes servis, avaient permis d'enflammer six fois en dix-sept essais. Ces fils sont donc d'un diamètre à peine suffisant pour enflammer à coup sûr, et l'irrégularité des résultats tient à la façon dont ils ont été échauffés et au rayonnement extérieur du gaz.

Les fils de platine se comportent d'une manière particulière. On peut enflammer le grisou avec des fils de $0^{mm},2$; mais, pour y réussir, il faut régler le courant électrique de façon à obtenir le *phénomène d'incandescence vive* qui est en rapport avec les propriétés catalytiques de ce métal, connues depuis H. Davy; si le fil de platine se maintient rouge simplement, il n'enflamme pas. L'allumage d'un jet de grisou ne se fait pas sur le fil même, mais en avant de l'auréole incandescente, une fois celle-ci formée.

La limite inférieure d'inflammabilité du grisou par les flammes, qui est de 6 pour 100, est abaissée à 5 pour 100 pour l'inflammation par l'étincelle de rupture : la formation de la gaine protectrice permet d'expliquer cet

abaissement, de même que celui de la limite supérieure de 13 pour 100 à 12 pour 100.

Dans cette gaine où les molécules de l'hydrocarbure sont raréfiées, la combustion s'effectue plus ou moins rapidement sans affecter la forme explosive, et est caractérisée par la production de CO^2 et H^2O; c'est ce que nous avons manifestement établi, surtout dans nos expériences sur les lampes électriques (t. CXXVII, p. 560). Des passages successifs du courant doivent favoriser cette action, en écartant les molécules du conducteur et en les y ramenant tour à tour, et l'on s'explique ainsi que M. Gréhant soit parvenu à brûler de faibles proportions de méthane mélangé à l'air, dans son grisoumètre, où pour cela il fait rougir le fil de platine un très grand nombre de fois (t. CXLIII, p. 813, et t. CXLIV, p. 555).

Les fils constitués par des métaux oxydables, comme le fer et le plomb, drainent l'oxygène à distance, et le retiennent à l'état d'oxydes, en sorte que la combustion de l'hydrocarbure n'a pas lieu ou faiblement. Ces phénomènes se passent ainsi dans une atmosphère d'azote qui dilue les gaz et joue un rôle atténuateur très manifeste.

Quand on cherche à provoquer l'explosion par l'étincelle disruptive, il ne faut pas oublier pour expliquer les résultats, en apparence contradictoires, ce que nous avons appelé *principe de la dérivation* (t. CXXVI, p. 901). L'étincelle n'est suffisante que lorsque la résistance électrique de la dérivation du courant ou la résistance propre de l'appareil, quand il s'agit de pile ou d'accumulateur, est notablement plus considérable que celle du fil incandescent : ce phénomène est analogue à celui du coup de bélier dans les canalisations d'eau. Ainsi, avec des petites lampes de mineur, débarrassées de leur ampoule, nous sommes arrivés à brûler facilement le filament au moyen d'un accumulateur de 2 éléments *sans provoquer d'explosion*, tandis que cette explosion a lieu invariablement quand nous opposons à la résistance du filament celle qui correspondrait à 7 ou 8 éléments d'accumulateur couplés en tension.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la méthode des densités-limites et son application au poids atomique de l'azote.* Note de M. **Ph.-A. Guye**, présentée par M. G. Lemoine.

I. Ma dernière Communication sur les densités-limites des gaz liquéfiables à 0° ayant provoqué plusieurs critiques de M. Daniel Berthelot (1), je crois nécessaire de préciser ce qui différencie nos deux points de vue.

D'après M. D. Berthelot « le principe de la méthode des densités-limites, complètement indépendant du théorème des états correspondants, s'est toujours d'autant mieux vérifié que les expériences sont devenues plus précises; le calcul direct des densités-limites, d'après les compressibilités expérimentales, est entièrement rigoureux dans tous les cas; la seule méthode directe et précise est celle des densités-limites » (*Comptes rendus,* t. CXLIV, p. 96; t. CXLV, p. 67 et 320).

De mon côté, j'ai émis l'opinion, déjà en 1905, que « toutes les méthodes physico-chimiques pour la détermination du poids moléculaire exact des gaz, y compris celle des densités-limites, ne sont encore qu'approchées; qu'elles doivent être considérées comme de simples procédés de calcul beaucoup plus précis que l'application de la loi d'Avogadro, mais non entièrement rigoureux; que l'exactitude de ces calculs peut encore être augmentée en comparant entre eux des gaz de températures critiques voisines; qu'enfin le mode actuel de calcul des densités-limites des gaz liquéfiables par les compressibilités conduit certainement à des poids moléculaires trop faibles et doit, par conséquent, être abandonné ou perfectionné (*Journ. Chim. phys.,* t. III, p. 348 et 353; *Bull. Soc. chim.,* 1905, p. XXI, XXIII et XXV). Mes dernières vérifications numériques (*loc. cit.*) concernant les gaz permanents et liquéfiables à 0°, basées sur les données expérimentales modernes les plus sûres, ont confirmé de tous points ces conclusions et ont fait ressortir en outre que *les écarts avec la règle des densités-limites sont fonction de la volatilité du fluide, dépendant elle-même de sa température critique.*

M. Daniel Berthelot a formulé, au sujet de mes calculs, plusieurs observations, portant, il est vrai, sur des points de détail, mais qui peuvent faire naître des doutes sur leur exactitude. Je tiens donc à faire remarquer que ses corrections sont en général négligeables, surtout pour un problème qui ne comporte encore, selon moi, que des solutions approchées; la plupart ne me paraissent d'ailleurs pas fondées. Je crois utile de montrer que l'au-

(1) Ph.-A. Guye, *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 1360 (voir aussi p. 976). — Daniel Berthelot, *Comptes rendus,* t. CXLV, p. 65, 180 et 317; consulter aussi t. CXLIV, p. 76, 194 et 269.

teur est certainement conduit ainsi à des *conclusions erronées pour le poids atomique de l'azote*.

II. M. D. Berthelot admet en dernier lieu, comme valeurs de ce poids atomique, déduit des densités-limites des gaz azotés N^2, NO et N^2O, les nombres 14,008, 14,006, 13,999, dont la moyenne confirme, dit-il, le nombre 14,005 proposé par lui en 1898 (*loc. cit.*, p. 67). On pourrait faire à ces nombres diverses critiques : constater, par exemple, qu'ils s'appuient sur un rapport un peu trop élevé [1] des densités des gaz ($N^2O : O^2$). Mais, pour éviter toute discussion, je préfère adopter tels quels les nombres en question. Or, ceux-ci accusent évidemment une décroissance systématique en fonction des températures critiques croissantes. Cette constatation devient plus frappante encore, si l'on ajoute à ces résultats celui donné par la densité-limite du gaz NH^3, passé sous silence par l'auteur qui déclare pourtant ailleurs la méthode des densités-limites *rigoureuse dans tous les cas*. Voici le Tableau complété que l'on obtient ainsi :

Gaz considérés............	N^2	NO	N^2O	NH^3
Poids atomiques N........	14,008 (D.B.)	14,006 (D.B.)	13,999 (D.B.)	13,992 (Genève) [2]
Temp. critiques absolues...	128°	179°	309°-312°	425°

(1) M. D. Berthelot avait admis en 1898 que ce rapport est égal à 1,38450 (Leduc) et en avait déduit N = 14,000. J'ai indiqué plusieurs fois que ce nombre n'est pas exact (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, p. 637 ; *Bull. Soc. chim.*, 1905, p. XX) et que, d'après les observations de M. Leduc, sa valeur est (1,5301 : 1,10523) = 1,38442, d'où N = 13,998. Après avoir consigné cette valeur exacte en janvier 1907 (*loc. cit.*, t. CXLIV, p. 178), M. Berthelot revient, dans ses derniers calculs d'ensemble, et sans aucun motif à l'appui, à la valeur inexacte (*loc. cit.*, p. 269). Je note aussi que c'est à tort que l'auteur attribue (*loc. cit.*, p. 66), à M. Gray, une série de déterminations physico-chimiques à partir du gaz N^2O, donnant N = 13,999 ; la publication à laquelle il se réfère (Gray, *Atomgewicht des Stickstoffs*, Bonn, 1907) ne concerne que des mesures relatives au bioxyde d'azote. Je relève enfin une erreur typographique relative à M de N^2O déduit de nos expériences de Genève : le nombre M = 43,925 qu'en déduit M. Berthelot (*loc. cit.*, p. 269) doit, d'après les données de son calcul, être corrigé en M = 43,985, ce qui diminue sensiblement la différence qu'il signale entre nos mesures et celles de M. Leduc et Lord Rayleigh.

(2) Ce nombre 13,992 est celui calculé récemment par MM. Jaquerod et Scheuer au moyen de : 1° leurs mesures de compressibilité de 1905 (*Comptes rendus*, t. CXL, p. 1384), effectuées à 0°, entre 800mm et 200mm et extrapolées jusqu'à la pression zéro ; 2° les mesures de densité sur le gaz NH^3 de même provenance (Guye et Pintza, *Comptes rendus*, t. CXLI, p. 51), dont le résultat L = 0,7708 a été confirmé depuis par MM. Permann et Davies (L = 0,77085). On obtient ainsi M = 17,015. Dans ses précédents calculs d'ensemble, M. Berthelot (*loc. cit.*, p. 269) donne 3 valeurs de M

Si l'on rapproche ces résultats des nombres obtenus pour le poids atomique de l'azote par les analyses chimiques modernes de N^2O et NO, soit :

Analyse de N^2O (Guye, Jaquerod, Bogdan, Genève, 1904).		Analyse de NO (Gray, Bonn, 1905-1907).	
Par le rapport (N^2O : O)...	14,007	Par le rapport (NO : O)...	14,011
» (N^2O : N^2)..	14,015	» (NO : N)....	14,009
» (N^2 : O)...	14,010	» (N : O)...	14,009
Moyenne.........	14,0107	Moyenne.........	14,0097

Moyenne des six rapports indépendants : **14,010**,

il n'y a aucun doute que les densités-limites des gaz azotés, et notamment des gaz liquéfiables, conduisent certainement à *des valeurs du poids atomique de l'azote d'autant plus faibles que la température critique du gaz est plus élevée,* et qu'il est par conséquent illusoire d'en prendre la moyenne. C'est la confirmation très nette, dans un cas particulier, de toutes mes conclusions ci-dessus rappelées ; cela démontre en même temps combien il est nécessaire de chercher à perfectionner la méthode de correction dite *des densités-limites*.

J'en conclus que, si cette méthode a rendu un grand service en contribuant, avec d'autres, à faire reconnaître une erreur importante sur l'ancien poids atomique de l'azote (14,04), la logique impose d'en faire abstraction, du moins appliquée sous sa forme actuelle aux gaz liquéfiables, pour le choix d'une valeur exacte de ce poids atomique. On doit donc abandonner sans aucune hésitation la moyenne physico-chimique 14,005 de M. D. Berthelot (celle des 4 nombres ci-dessus serait d'ailleurs 14,001) pour s'en tenir au nombre **14,010** donné par les analyses chimiques les plus précises. Quant aux calculs usuels de la Chimie, ils peuvent se faire sans inconvénient avec la valeur arrondie N = 14.

à partir de la densité-limite du système (NH^3 : O^2), soit : 17,024 (L.), 17,021 (P. D.) et 17,015 (G. P.). La première est certainement inexacte, le gaz NH^3 employé contenant des bases organiques, ce qui relève la densité de $\frac{1}{700}$ (*Journ. Chim. phys.*, t. V, p. 226) ; elle doit donc être écartée. Les deux autres valeurs ne modifient pas les conclusions de la présente Note.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur la non-existence d'un dissolvant commun au phosphore blanc et au phosphore rouge.* Note de M. **Alb. Colson**, présentée par M. G. Lemoine.

J'ai montré que certains sulfates existent en dissolution aqueuse sous deux états dont l'un est en rapport avec la molécule chimique, et dont l'autre, moins stable, se rapporte à la molécule polymérisée (*Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 325). Ces sulfates ne se comportent donc pas comme le soufre dont la variété octaédrique fournit dans un dissolvant déterminé la même dissolution que la variété prismatique, au point que M. Gernez a retiré à volonté l'une ou l'autre espèce cristalline d'une dissolution benzinique sursaturée. J'ai cherché si le phosphore ordinaire et le phosphore rouge, si différents, donnent au contraire, dans un même dissolvant, des dissolutions dissemblables, à la façon des sulfates précités. Seule l'essence de térébenthine est indiquée, depuis Schrœtter, comme dissolvant des deux variétés de phosphore. Ce fait a parfois été contesté, et avec raison, car je vais prouver que ni ce liquide, ni ses polymères obtenus sous l'action de la chaleur ne dissolvent le phosphore rouge.

1° J'ai mis, dans un demi-litre d'essence de térébenthine, environ 2^g de phosphore rouge purifié par des lavages alcalins, suivis de lavages à l'eau distillée et d'une dessiccation dans le vide. Après quelques minutes d'ébullition à l'abri de l'air, j'ai laissé déposer le phosphore et j'ai séparé l'essence parfaitement limpide en maintenant sa température au voisinage de 150°. Ni le refroidissement, ni l'évaporation du liquide dans le vide ne m'ont permis de trouver trace de phosphore rouge dissous.

Dans une autre expérience, j'ai maintenu pendant 2 heures, en tube scellé, 0^g,200 de phosphore rouge en présence de 22^g de térébenthine, à la température de 270°, sans constater la moindre dissolution, attendu que j'ai retrouvé le poids initial, 0^g,200 du phosphore.

Si l'on ne prend pas soin d'éviter le contact de l'air pendant ces opérations, une partie du phosphore se transforme en oxydes phosphoreux sous l'action ozonisante de la térébenthine. C'est sans doute cette action secondaire qui a fait admettre la solubilité du phosphore rouge dans la térébenthine.

2° Dans la dernière expérience, près de 50 pour 100 de la térébenthine sont polymérisés, et l'on pourrait déjà affirmer l'insolubilité du phosphore rouge dans les polymères de la térébenthine. L'expérience suivante paraît plus concluante encore : je dépose en certains points d'un tube scellé des parcelles de phosphore rouge, dans le but de déterminer des centres de cristallisation ou de transformation, et je scelle à la lampe après avoir rempli le tube d'une dissolution de phosphore blanc. Le tube ayant

été maintenu pendant 4 heures entre 275° et 285°, les parcelles rouges n'ont pas disparu, ce qui prouve l'insolubilité du phosphore rouge dans une dissolution complexe où l'essence polymérisée constitue la partie principale du solvant.

Si le liquide chauffé vers 280° est une dissolution de phosphore contenant de 35g à 55g par litre, il se forme, en outre, dans le tube refroidi, un dépôt de grains de phosphore fondu surmonté de cristaux fusibles à 45° : c'est du phosphore dont la blancheur est comparable à la neige.

Dans ce cas encore, au bout de 4 heures, les parcelles rouges subsistent sans variations apparentes, malgré une concentration plus forte de la dissolution [1]. Donc, l'essence de térébenthine et ses polymères n'ont pas d'action dissolvante sur le phosphore rouge, et les dissolutions saturées du phosphore blanc dans ces liquides déposent par refroidissement l'excès de phosphore sous forme de cristaux blanc de neige.

En somme, on ne connaît jusqu'ici aucun dissolvant commun au phosphore blanc et au phosphore rouge. Bien plus, il ne peut en exister. En effet, les expériences de M. G. Lemoine ont établi que les vapeurs émises par l'une ou l'autre variété de phosphore ont la même densité, correspondant à la molécule P^4; d'autre part, si l'on admet, avec M. van't Hoff, que l'état dissous est assimilable à l'état de vapeur (ce qui est le fondement de la cryoscopie), les deux variétés de phosphore s'identifieraient dans un solvant commun; de sorte que, si l'on parvenait à dissoudre le phosphore rouge dans l'essence de térébenthine, le corps dissous passerait à l'état de phosphore blanc. Il subirait, non plus une dissolution réelle, mais une véritable transformation allotropique.

Ces considérations montrent que le phosphore n'est pas l'unique corps dont les variétés solides n'ont pas de commun dissolvant.

CHIMIE PHYSIQUE. — *L'équilibre du système nickel-bismuth.* Note de M. A. **Portevin**, présentée par M. Henry Le Chatelier.

L'équilibre du système nickel-bismuth a été étudié par la méthode thermique complétée par l'examen micrographique des alliages connus.

L'étude thermique a été faite par le tracé des courbes de refroidissement des mélanges fondus en déterminant la température et la durée des transformations invariantes, cette durée étant rapportée à une même vitesse de refroidissement. Les tem-

---

(1) Il semble ainsi que la transformation en phosphore rouge est ralentie par l'effet du solvant; je reviendrai ailleurs sur ce point.

pératures mesurées par un couple Le Chatelier platine-platine rhodié ont été rapportées aux points de fusion suivants :

Ni : 1451° (Ruer), Au : 1064° (Daniel Berthelot), SB : 630°, 6 (Holborn et Day),

et au point d'ébullition de la naphtaline, 218°. Le point de fusion du bismuth a été trouvé à 269°.

On a pu ainsi caractériser trois réactions invariantes :

a. A 654° :

Liquide à 6,5 pour 100.................. $Ni + Ni \rightleftarrows NiBi$?

b. A 462° :

Liquide à 3 pour 100............... $Ni + NiBi? \rightleftarrows NiBi^3$

c. A 269°, formation de l'eutectique $Bi - NiBi^3$. Ce dernier est extrêmement voisin du bismuth pur et n'a pu être déterminé ni par la considération des durées de solidification eutectiques ni par la micrographie; dans ce qui va suivre nous les considérons comme du Bi.

Le tracé des courbes de durée de ces transformations invariantes montre, d'une part, qu'il ne se forme pas de solutions solides dans le voisinage des métaux purs et que, d'autre part, les réactions *a* et *b* sont toujours incomplètes avec les vitesses de refroidissement utilisées; aussi l'on ne peut savoir si les deux composés cités possèdent une miscibilité partielle à l'état solide, ce qui paraît peu vraisemblable d'après l'aspect des micrographies, et la formule du composé se formant à 654° au refroidissement est-elle hypothétique.

Quant au composé se formant à 462°, on a trouvé la formule $NiBi^3$ par extrapolation de la courbe des durées de solidification eutectique dans la région où la ségrégation primaire est $NiBi^3$, et aussi par des déterminations photomicrographiques quantitatives.

La constitution des mélanges est donc complexe; si les relations étaient complètes, on devrait trouver les structures suivantes :

De 100 à 22,1 pour 100 Ni : $Ni + NiBi$;
De 22,1 à 8,6 pour 100 Ni : $NiBi + NiBi^3$;
De 8,6 pour 100 Ni à 0 : $NiBi^3 + Bi$.

Pratiquement, on observe :

De 100 pour 100 vers 70 pour 100 Ni : $Ni + NiBi$;

De 70 pour 100 environ Ni vers 35 pour 100 Ni : Ni + NiBi + $NiBi^3$ (réaction *a* incomplète);

De 35 pour 100 Ni environ vers 7 pour 100 Ni : Ni + NiBi + $NiBi^3$ + Bi (réactions *a* et *b* incomplètes); quelquefois même la réaction *b* ayant été incomplète vis-à-vis de NiBi formé par la réaction *a*, on observe le complexe Ni + $NiBi^3$ + Bi;

Entre 7 et 4 pour 100 Ni environ : NiBi + $NiBi^3$ + Bi;

De 4 pour 100 Ni à 0 : $NiBi^3$ + Bi.

Le liquidus se compose de trois branches dont les points d'intersection sont donnés par les réactions *a* et *b*; il est à remarquer que le point de solidification commençante ne s'abaisse d'une façon notable que pour teneurs en Ni inférieures à 45 pour 100, teneur pour laquelle il est encore de 1320°.

La différentiation micrographique des constituants, qui s'observe déjà par simple polissage en bas-relief en raison des différences de dureté, est accentuée par des attaques graduées à l'eau de brome.

En résumé, l'état d'équilibre n'est atteint que par les alliages voisins des métaux purs; pour les autres on obtient des complexes à 3 et même 4 phases caractérisant des systèmes binaires hors d'équilibre. L'observation simultanée de 4 phases résultant de deux réactions invariantes successives et incomplètes n'a pas encore été signalée, à notre connaissance du moins.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Appareil destiné à la production des spectres d'étincelle des solutions.* Note de M. A. DE GRAMONT, présentée par M. A. Haller.

Je me suis proposé de trouver un dispositif permettant d'obtenir les spectres électriques des liquides en s'affranchissant complètement de la présence des raies étrangères dues, soit aux électrodes de platine, d'or ou de graphite, soit aux impuretés du verre. Il m'a semblé qu'on pouvait y arriver en faisant éclater l'étincelle entre deux gouttes du liquide à étudier, amenées l'une au-dessus de l'autre aux extrémités de deux tubes capillaires en silice fondue. La figure 1 ci-contre indique l'agencement du système [1].

Le tube capillaire le plus court c_2 est disposé comme dans l'ancien fulgurateur en verre de MM. Delachanal et Mermet : il plonge dans le liquide à étudier et coiffe une courte électrode de platine reliée au pôle négatif de la source électrique, et dont l'extrémité se termine au moins 5^{mm} plus bas que le sommet du tube où monte le liquide par capillarité. L'autre goutte est amenée vis-à-vis de la première, par un second tube en silice c_1, incliné à 45° et alimenté en liquide par le réservoir R au moyen d'un tube

(1) Construit sur mes dessins, chez M. J. Thurneyssen, successeur de la maison Alvergniat et Chabaud.

en caoutchouc, commandé par une pince à burette P réglant l'écoulement. La communication avec le pôle positif est établie au moyen d'un fil de platine fin $f_1 f_2$ qui traverse le réservoir, le caoutchouc et le tube capillaire, en se terminant seulement à environ 5mm de l'extrémité inférieure de celui-ci, où l'on évite ainsi la formation d'un chapelet de gouttes et de bulles entre lesquelles se produit parfois la décharge quand l'électrode communique seulement avec le liquide du réservoir R. Ce système des deux tubes et du réservoir peut être disposé sur un récipient quelconque, soit cuiller de platine, soit petit tube ouvert, traversé au fond par un fil de platine. Le dispositif figuré ici est destiné à éviter les pertes de liquide par projection; il est formé d'un tube extérieur T en verre ordinaire, de 2cm,5 à 3cm de diamètre extérieur et de 15cm de hauteur totale; il est muni d'une tubulure latérale t pour la pénétration du capillaire positif c_1 qui s'y trouve maintenu par un bouchon de liège paraffiné. Ainsi que l'avait imaginé Sir William Crookes pour un tube de même genre (1), une fenêtre elliptique est pratiquée en O dans la paroi du tube, en face du point où doit jaillir l'étincelle, afin que les radiations ultra-violettes de celle-ci puissent atteindre la fente du spectrographe sans subir l'absorption des parois du verre. Afin d'éviter l'accumulation des vapeurs dues à la décharge, un appel d'air latéral est constitué en échauffant légèrement la boule B, surmontée d'une cheminée, au moyen d'une petite lampe à alcool. Le bouchon de liège qui termine la partie supérieure du tube T permet le nettoyage de celui-ci. Dans le cas où l'écartement interpolaire de l'étincelle doit être très petit et réglé avec précision on supprime le bouchon de la tubulure latérale t_1, et le capillaire positif c_1 est fixé à un support à crémaillère au moyen duquel on lui donne de très faibles déplacements.

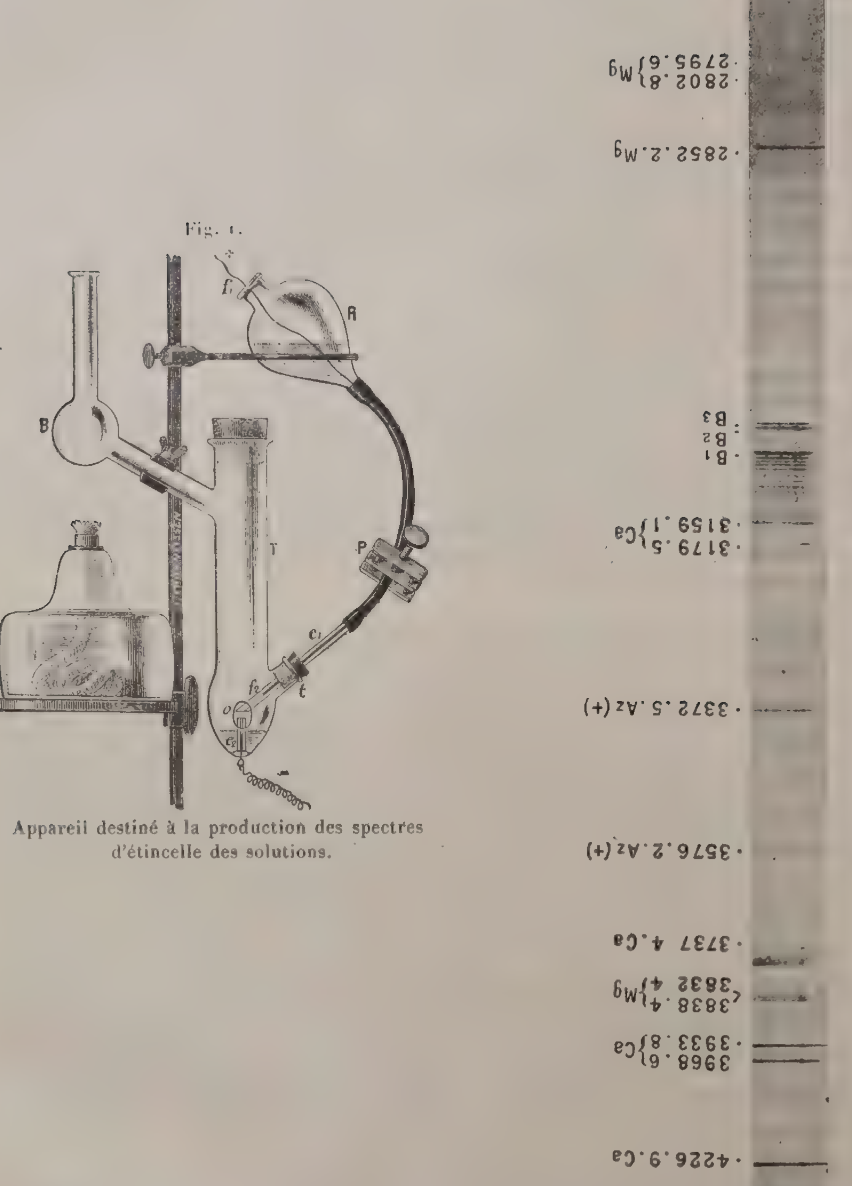
La figure 2 est un agrandissement (3,5 diamètres) d'un spectre produit avec l'appareil de la figure 1. Il est obtenu avec une solution de chlorure de calcium magnésifère et une étincelle faiblement condensée (0,0005 microfarad environ), rendue oscillante par une self-induction de 0,0006 henry; la dispersion est celle d'un prisme en spath-calcite avec un objectif simple en quartz de 40cm de foyer. En plus des principales raies du calcium et du magnésium, le cliché présente faiblement les arêtes des principales bandes de l'azote, et, fortement, une seule bande caractéristique de la vapeur d'eau, dégradée vers le rouge, dont les arêtes B_1 λ 3089,4, B_2 λ 3067,4, B_3 λ 3063,8, sont tournées dans le sens de l'ultra-violet. Comme dans tous les clichés obtenus avec le dispositif à tubes capillaires en silice (2), je n'ai constaté la présence d'aucune raie du platine ni du silicium; la raie la plus sensible de ce métalloïde Si 2881,7 se verrait d'ailleurs au voisinage et à gauche de la forte raie du magnésium, si la silice des tubes capillaires avait été attaquée par

(1) *Roy. Soc. Proceed.*, t. LXXII, août 1903, p. 295.

(2) Les solutions employées ont été successivement acides (mais non fluorhydriques), neutres ou légèrement alcalines.

Fig. 1.

Fig. 2.



Appareil destiné à la production des spectres d'étincelle des solutions.

Spectre d'une solution de chlorure de calcium obtenue, sans raies d'électrodes, au moyen du dispositif ci-contre et d'un spectrographe à prisme en spath.

l'étincelle. J'ai fait usage aussi non seulement de l'étincelle ordinaire non condensée, ou condensée sans self-induction, mais aussi de celle de la bobine de M. Demarçay à gros fil induit. Avec cette dernière, qui ne comporte pas de condensateur dans le secondaire, les clichés obtenus montraient un développement considérable des diverses bandes de l'azote et de la vapeur d'eau, envahissant presque tout le spectre ultra-violet. L'emploi d'une bobine ordinaire avec faible condensation, avec ou sans self, me paraît donc devoir être de beaucoup préférable, surtout pour l'étude de cette région du spectre.

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'identité du graphite et du carbone graphitique de recuit dans les fontes.* Note de M. **Georges Charpy**, présentée par M. H. Le Chatelier.

Les différentes études publiées sur le diagramme d'équilibre des alliages fer-carbone confondent sous la dénomination de *graphite* le carbone libre séparé dans les fontes grises pendant le refroidissement lent et le carbone libre que sépare le recuit à une température suffisamment élevée dans les fontes blanches obtenues par refroidissement rapide. Ces deux sortes de carbone ont été cependant signalées comme distinctes par Forquignon, dont l'opinion a été corroborée à différentes reprises par Ledebur, d'après qui on a distingué dans la plupart des Ouvrages de métallurgie le graphite et le carbone graphitique de recuit. Si cette distinction était réelle il faudrait, pour en tenir compte, modifier une fois de plus le diagramme de Roozeboom ainsi que les diverses variantes qui en ont été proposées.

La seule différence précise signalée par Forquignon et Ledebur est relative à l'action de l'hydrogène et de l'azote qui, passant sur la fonte chauffée au rouge, gazéifieraient le carbone graphitique de recuit et seraient sans action sur le graphite. D'après les recherches récentes de Wust et Geïger, au contraire, l'azote et l'hydrogène purs seraient sans action aussi bien sur le graphite que sur le carbone graphitique de recuit et la gazéification observée par Forquignon serait due à des traces d'oxygène.

Nous avons recommencé ces expériences à diverses reprises, en opérant de la façon suivante :

Une fonte amenée à l'état liquide était séparée en deux parties : l'une, refroidie très lentement, se solidifiait à l'état de fonte grise; l'autre, refroidie brusquement et solidifiée à l'état de fonte blanche, était ramenée par recuit à l'état de fonte grise.

Dans l'une des expériences effectuées, la fonte refroidie lentement avait la composition suivante :

Carbone total	3,94
Graphite	3,55
Silicium	0,95
Manganèse	0,41
Phosphore	0,010
Soufre	0,018

La partie refroidie brusquement et qui ne contenait pas de trace de graphite a été recuite pendant 2 heures à 1000°; elle contenait ensuite 3,69 pour 100 de carbone graphitique de recuit.

Nous avons séparé une certaine quantité de carbone de chacune de ces fontes en les traitant par l'acide azotique bouillant. Les carbones séparés, traités par le mélange d'acide azotique et de chlorate de potassium, suivant la technique indiquée par Moissan, se sont transformés en oxyde graphitique avec la même vitesse, c'est-à-dire qu'il a fallu, dans les deux cas, cinq attaques successives pour les transformer intégralement.

Les dimensions des cristaux d'oxyde graphitique diffèrent un peu, ainsi que leur coloration, mais cela peut être dû à la différence des dimensions des grains de graphite attaqués, différences faciles à constater par l'examen micrographique.

Nous avons ensuite soumis les deux fontes à l'action d'un courant d'hydrogène soigneusement purifié à la température de 1000°, et nous avons nettement observé, dans plusieurs séries d'expériences, la décarburation progressive avec les deux fontes. Dans l'un des essais, après 7 heures de chauffage à 1000° dans l'hydrogène, la fonte grise, par refroidissement lent, contenait 0,70 pour 100 de carbone total, dont 0,15 à l'état de graphite et 0,55 à l'état de carbone combiné et la fonte grise par recuit contenait 0,80 de carbone total, dont 0,20 à l'état de graphite et 0,60 à l'état de carbone combiné. Après 14 heures de chauffage à 1000°, les deux fontes ne contenaient plus que des traces de carbone non dosables.

Ces expériences nous conduisent donc à conclure, contrairement à l'opinion de Forquignon d'une part, de Wust et Geïger d'autre part, que le graphite et le carbone graphitique de recuit peuvent tous deux être gazéifiés intégralement au contact de l'hydrogène à 1000°. Ce résultat conduit à considérer comme légitime l'habitude qu'on a prise depuis Roozeboom de regarder le graphite et le carbone graphitique de recuit comme formant une seule phase dans les systèmes fer-carbone.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du gaz* PH^3 *sur le chlorure et le bromure mercuriques* PHg^3Cl^3 *et* $P^2Hg^5Br^4$. Note de **P. Lemoult**, présentée par M. Ditte.

H. Rose (*Pogg. Ann.*, t. XL, 1837, p. 75 et 87) a obtenu, en faisant réagir le gaz PH^3 sur le chlorure mercurique, un composé jaune amorphe $PHg^3Cl^3, \frac{3}{2}H^2O$ dont il donne les principales propriétés. Avec $HgBr^2$, il a obtenu un composé de couleur plus brune, de mêmes propriétés et *sans contestation de composition tout à fait analogue*.

L'étude de ces réactions et de leurs particularités m'a montré : 1° que le composé chloré pouvait être obtenu anhydre PHg^3Cl^3 ; 2° que le composé bromé a non seulement une coloration, mais encore une composition différente qui correspond à $P^2Hg^5Br^4$.

Les deux sels mercuriques, mis en solution aqueuse sous forme d'halogénomercurates de potassium, subissent sous l'action du gaz PH^3 une réduction profonde qui va jusqu'à libération du métal; les premières traces de gaz donnent des précipités de couleur franche et un hydracide seulement; mais quand la liqueur ne contient plus de mercure, les précipités prennent une teinte terne, puis terreuse, puis grisâtre; la liqueur contient alors du phosphore sous forme d'acide oxygéné, même si l'on a évité l'accès de l'air, comme le recommande H. Rose. Ces précipités recueillis sur filtre et lavés à l'eau froide fournissent une eau qui est toujours acide quoiqu'elle finisse par ne plus contenir d'hydracide; au bout de quelque temps, les précipités se recouvrent de gouttelettes de mercure; ils contiennent encore du phosphore entraîné continuellement sous forme d'acide oxygéné; le lavage est alors interminable.

Ceci s'explique aisément : les étapes de la réduction doivent conduire les sels mercuriques à un même état final P^2Hg^3. Ce corps est décomposé par l'eau en fournissant de l'acide phophoreux et du mercure. Quand à ces étapes, les deux premières sont les suivantes :

(I) $$PH^3 + 3HgX^2 = 3HX + PHg^3X^3,$$

(II) $$2PH^3 + 5HgX^2 = 6HX + P^2Hg^5X^4.$$

De ces observations il résulte que, si l'on veut essayer d'obtenir des corps définis, il faut éviter avec soin, même localement, la présence d'un excès de PH^3 qui pourrait donner dans le précipité des traces de composés décomposables par l'eau froide, et employer toujours un excès du sel mercurique, l'arrivée d'un gaz bulle à bulle dans la liqueur mercurique ne peut convenir et, en effet, il se forme des précipités parsemés de grains brunâtres

qui altèrent très capricieusement leur composition. On arrive au résultat en superposant avec précaution dans un flacon une couche dense de la liqueur mercurique, une couche d'eau et du gaz; une agitation soudaine et violente provoque la réaction et donne des précipités de couleur uniforme, de composition constante; à savoir :

$$PHg^3Cl^3, \qquad P^2Hg^5Br^4;$$

ce sont donc deux corps de composition non analogue, quoique d'origine et de propriétés générales très voisines.

Ces formules résultent naturellement d'analyses faites sur ces composés lavés à fond pour enlever tout l'acide formé (un hydracide seulement, sans acide phosphoré) puis essorés et séchés dans le vide sulfurique.

Les analyses sont d'ailleurs assez délicates, vu la faible teneur en phosphore (4 à 5 pour 100); en outre le dosage de l'halogène se fait en traitant ces composés par un alcali qui les noircit immédiatement, dégage un mélange d'hydrogène et de gaz PH^3 et dépose, après quelques heures de chauffe au bain-marie, du mercure métallique; la liqueur surnageante contient des sels phosphorés et l'halogène qu'on dose par l'azotate d'argent. Or il se trouve que ces composés mercuriels phospho-halogénés se comportent à l'égard des alcalis comme le feraient leurs éléments constituants supposés séparés; la liqueur saline contient donc, suivant les cas, de l'hypobromite ou du bromate par exemple, c'est-à-dire de l'halogène qui échappe au dosage, à moins de précautions spéciales dont la méconnaissance peut fausser de quelques unités les résultats trouvés; en évitant cette cause d'erreur, les résultats deviennent concordants pour un même composé; voici ceux que j'ai trouvé :

	P pour 100.	Hg pour 100.	Halogène pour 100.
Produit chloré	4,22	81,36	13,99
Produit bromé	4,28	72,02	23,24
Calculés pour PHg^3Cl^3	4,20	81,35	14,44 (¹)
Calculés pour $P^2Hg^5Br^4$	4,48	72,35	23,15

Ils concordent avec ceux qui correspondent aux deux formules différentes annoncées.

Toutefois, en raison des difficultés d'analyses, il m'a paru indispensable de démontrer, par une expérience plus directe, cette différence singulière et inattendue. L'examen des réactions I, II fournit le principe de cette démonstration; il consiste à évaluer la quantité de sel mercurique que

(¹) Il est à remarquer que Rose (*loc. cit.*, p. 84, note) a obtenu à deux reprises les teneurs en mercure : 80,2 et 79,95 au lieu de 78,68 pour son produit hydraté, mais sans trouver la cause de ces anomalies apparentes.

consomme 1^{mol} de PH^3 quand elle réagit sur un excès de ce sel : elle doit être de 3^{mol} pour I (cas du composé chloré), et de $2^{mol},5$ pour II (produit bromé); or l'expérience a donné :

$34^{cm^3},2$ de PH^3 sec à 0° et 760^{mm} consomment..	$1^{g},216$ de $HgCl^2$
donc pour 1^{mol} PH^3..................	$793,56 = 2^{mol},93$
$33^{cm^3},2$ de PH^3 sec à 0° et 760^{mm} consomment..	$1,362$ de $HgBr^2$
donc pour 1^{mol} PH^3..................	$915,5 = 2^{mol},54$

En outre, pour le composé bromé, la disparition de 1^{mol} $HgBr^2$ doit engendrer $1^{mol},2$ d'acide bromhydrique; l'expérience a donné : $1^{mol},23$ et $1^{mol},15$; moyenne $1^{mol},19$. Le contrôle est donc tout à fait satisfaisant.

Donc, l'hydrogène phosphoré, qui peut réduire à fond en présence d'eau le chlorure et le bromure mercuriques, donne, quand ces sels sont en excès, les deux composés différents PHg^3Cl^3 et $P^2Hg^5Br^4$. Les particularités que j'ai observées m'ont engagé à reprendre l'étude de l'action de PH^3 sur les iodomercurates (*Comptes rendus*, t. CXXXIX, 1904, p. 478) et celles qui s'y rattachent.

J'ajouterai que les chlorure et bromure mercuriques sont d'excellents absorbants du gaz PH^3 dont l'emploi est à recommander en analyse qualitative et quantitative.

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *L'oxyde de carbone dans le gaz de houille.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. A. Carnot.

La distillation de la houille donne des gaz qui proviennent en majeure partie de la houille proprement dite, mais aussi, en petites proportions, de la décomposition des carbonates parfois mélangés à la houille.

J'ai examiné cinq échantillons de houilles à gaz, en dosant d'abord l'acide carbonique des carbonates par attaque avec les acides et perte de poids; les résultats sont exprimés ci-après en CO^3Ca pour 100 :

I.	II.	III.	IV.	V.
0,641	2,550	0,910	1,823	1,886

J'ai fait l'analyse des mêmes échantillons de houille après les avoir traités à l'eau acidulée jusqu'à décomposition complète des carbonates, lavés et séchés. Voici les résultats de cette analyse élémentaire :

	C.	H.	N.	S.	Cendres.	Eau à 100°.	O par différence.
Houille I...	80,40	5,62	1,44	1,01	2,33	0,91	8,29
» II...	77,27	5,03	1,55	0,82	4,40	3,50	7,43
» III..	79,11	4,92	1,12	0,70	5,59	1,33	7,23
» IV..	79,46	4,04	0,72	0,59	5,90	3,38	5,91
» V..	85,98	4,12	1,47	0,44	3,48	0,68	3,83

20g de chaque houille préalablement lavée à l'eau acidulée, pulvérisée et séchée, ont été ensuite distillés. La houille était contenue dans une nacelle en fer, placée dans un tube de fer chauffé sur une grille à analyse vers 900°. Un dispositif convenable permettait de laver, filtrer, recueillir et mesurer les gaz obtenus. Avant de procéder à la distillation, le vide était fait à la trompe dans l'ensemble des appareils; ceux-ci étaient ensuite remplis, à la pression atmosphérique, de gaz de houille de volume et de composition déterminés.

Dans les gaz obtenus par distillation, préalablement mesurés, j'ai dosé l'oxyde de carbone et l'acide carbonique; par le calcul, et en tenant compte du volume et de la composition du gaz de houille remplissant les appareils au début, j'ai déterminé le volume des gaz provenant de la distillation de chaque houille et leur teneur en CO et CO^2.

Il faut observer que les proportions de CO et de CO^2 dépendent des conditions de la distillation, étant données les réactions connues de transformation de CO^2 en CO et de CO en CO^2.

En calculant le poids d'oxygène total contenu dans les gaz de distillation (CO et CO^2), et en le comparant au poids d'oxygène de la houille correspondante, j'ai trouvé :

	Poids d'oxygène dans 100g de houille. (A)	Poids d'oxygène dans les gaz de distillation de 100g de houille. (B)	Rapport $\frac{B}{A}$.
Houille I......	8,29	2,61	0,314
» II.....	7,43	2,17	0,292
» III....	7,23	2,27	0,314
» IV.....	5,91	1,83	0,309
» V.....	3,83	1,20	0,313

Ces résultats s'appliquent à la température de 900°. Ils sont autres à la température de 1200°. C'est ainsi que les valeurs de $\frac{B}{A}$, pour la houille I, sont égales à 0,314 à 900° et à 0,370 à 1200°.

En résumé, déduction faite des carbonates et de l'eau pouvant être contenus dans ces houilles :

1° Une houille donne d'autant plus d'oxyde de carbone et d'acide carbonique par distillation qu'elle est plus oxygénée;

2° Pour la température de 900°, un peu moins du tiers de l'oxygène de la houille se retrouve dans l'acide carbonique et l'oxyde de carbone des gaz de distillation.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Transformation de la barbaloïne en une aloïne isomère : la β-barbaloïne; existence de cette dernière dans divers aloès.* Note de M. E. **Léger**, présentée par M. Guignard.

Les expériences bien connues de M. E. Jungfleisch (1) sur les acides tartriques ont montré que les composés doués du pouvoir rotatoire sont susceptibles de se transformer, sous l'influence de la chaleur, en leurs divers isomères optiques. Les travaux exécutés depuis leur publication, par de nombreux expérimentateurs, n'ont fait que confirmer l'exactitude de cette règle.

J'ai pensé que les aloïnes, composés dans lesquels j'ai reconnu l'existence du pouvoir rotatoire (2) pourraient également s'isomériser sous l'influence de la chaleur. Mes expériences ont porté jusqu'ici sur la barbaloïne.

12^g de barbaloïne sont répartis, par fractions de 2^g, dans 6 fioles coniques de 125^{cm^3}. Toutes les fioles sont portées dans une étuve chauffée à 160°-165° et maintenues à cette température pendant 3 heures. La matière fond d'abord, puis se boursoufle, par suite du dégagement de l'eau de cristallisation qu'elle contient. Après les 3 heures de chauffage, le produit fondu a pris une coloration brun noir. Il renferme la barbaloïne modifiée que j'appellerai β-*barbaloïne*.

Cette β-barbaloïne est incristallisable, mais il est facile de la transformer en un dérivé chloré qui cristallise facilement.

Pour cela, on dissout, à froid, le contenu de chaque fiole dans 10^{cm^3} d'acide chlorhydrique pur, concentré, du commerce; on ajoute à la solution, peu à peu et en refroidissant, 1^g de chlorate de potassium pulvérisé. Le produit chloré brut est lavé à l'eau, puis on le fait cristalliser dans l'alcool à 90°. On obtient ainsi des aiguilles prismatiques, jaunes, qui, après dessiccation, répondent à la formule $C^{21}H^{16}Cl^4O^9$. — *Analyse :* trouvé : Cl 25,34; calculé : 25,27. Eau de cristallisation : trouvé : 10,50; calculé pour $4H^2O$: 11,50.

(1) *Comptes rendus*, 1872.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1584.

Remarquons que la barbaloïne dont on est parti fournit un dérivé chloré cristallisable, non pas en aiguilles, mais en tables, d'assez grande dimension, dérivées d'un prisme clinorhombique (Wyrouboff); de plus, elles renferment $1\frac{1}{2}H^2O$. Il y a donc eu transformation de la barbaloïne sous l'influence de la chaleur.

Cependant le dérivé chloré en aiguilles dont il vient d'être question n'est pas un corps homogène; il renferme, à l'état de combinaison, une certaine quantité de chlorobarbaloïne. C'est ce que montre l'observation suivante :

Si, au lieu de traiter directement par HCl le produit brut de l'action de la chaleur sur la barbaloïne, on reprend ce produit par l'alcool absolu bouillant, il reste un résidu noir insoluble tandis que la liqueur alcoolique, filtrée et convenablement concentrée, laisse déposer des cristaux. Or ces cristaux donnent un dérivé chloré tout à fait semblable à celui de la barbaloïne. Si, d'autre part, après avoir séparé toute la portion cristallisable dans l'alcool absolu, on transforme, comme ci-dessus, le résidu amorphe en dérivé chloré, on obtient un corps cristallisé en aiguilles prismatiques répondant à la formule $C^{21}H^{16}Cl^4O^9 + 5H^2O$. — *Analyse :* trouvé : Cl 25,27; calculé : 25,27. Eau de cristallisation : trouvé : 15,23; calculé : 13,97.

J'ai montré [1] que la barbaloïne pouvait être considérée comme une sorte d'éther-oxyde renfermant les éléments d'une trioxyméthylantraquinone : la méthylisoxychrysasine, et ceux d'un sucre que je suppose être un méthylaldopentose. Comme les oxyméthylanthraquinones ne sont pas modifiables dans les conditions expérimentales ci-dessus énoncées, il faut bien admettre que la modification a porté sur le sucre pentosique; la nouvelle aloïne produite ne peut donc être qu'un isomère optique de la barbaloïne.

La β-barbaloïne semble exister dans divers aloès; voici ce qui tend à le prouver.

Après avoir enlevé à l'aloès du Cap la barbaloïne qu'il renferme en suivant la méthode que j'ai indiquée [2], si l'on transforme en dérivé chloré le résidu amorphe provenant de l'évaporation des liqueurs mères, on obtient une aloïne chlorée cristallisant en aiguilles, ayant la composition de la β-barbaloïne chlorée.

Analyse. — Trouvé : Cl 25,01; calculé : Cl 25,27. Eau de cristallisation : trouvé 14,44; calculé, pour $5H^2O$, 13,97.

Le même corps s'obtient avec l'aloès de l'Ouganda privé de barbaloïne.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXIV, p. 1584.

(2) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 55.

Analyse. — Trouvé : Cl 25,49; calculé : Cl 25,27. Eau de cristallisation : trouvé 13,52; calculé, pour $5H^2O$, 13,97.

Lo β-barbaloïne bromée $C^{21}H^{16}Br^4O^9$ se dépose de l'alcool à 90° en aiguilles qui, contrairement à celles de la barbaloïne bromée, sont peu solubles à froid.

Analyses. — Trouvé : Br 42,40 (Cap); 43,03 (Ouganda); 43,48 (Succotrin); calculé : 43,71. Eau de cristallisation : trouvé : 11,74; 11,35; calculé : 12,12.

Si l'on traite par l'acide chlorhydrique et le chlorate de potassium, non plus la fraction de l'aloès du Cap, dont on a enlevé la barbaloïne, mais bien cet aloès lui-même, on obtient, après cristallisation dans l'alcool, un dérivé chloré formé entièrement d'aiguilles. C'est la reproduction de ce qui se passe avec la barbaloïne chauffée à 160°-165°. Les deux aloïnes chlorées se déposent ensemble sous forme de combinaison. 100^g d'aloès du Cap fournissent ainsi de 20^g à 22^g d'aloïnes chlorées anhydres, alors que les 5 ou 6 pour 100 de barbaloïne cristallisable qu'on peut en extraire n'en fourniraient que $6^g,25$ à $7^g,50$.

La conclusion qui découle de cette observation, c'est que l'aloès du Cap est beaucoup plus riche en aloïnes qu'on ne l'admet généralement, mais qu'une partie de ces aloïnes existe à l'état d'aloïne amorphe, ou β-barbaloïne.

J'ai observé des faits semblables avec d'autres aloès. L'aloès de l'Ouganda, le Succotrin, par exemple, m'ont donné respectivement 20,10 et 23,35 pour 100 d'aloïnes chlorées anhydres en aiguilles, tandis que, d'après leur teneur en barbaloïne hydratée, les rendements auraient dû être beaucoup moindres. Il faut donc admettre que ces deux derniers aloès renferment également une quantité importante d'aloïne amorphe. Cette constatation est intéressante en ce sens qu'elle explique pourquoi il existe peu de différence entre l'action purgative des aloès et celle des aloïnes que l'on peut en extraire.

Dans le traitement des aloès bruts du Cap et de l'Ouganda par HCl et ClO^3K, j'ai observé la formation, à côté des aloïnes chlorées, d'un corps cristallisable en aiguilles blanc jaunâtre, donnant avec l'acide acétique et l'alcool des solutions jaune citron. Ce corps diffère totalement des aloïnes chlorées, tant par ses propriétés que par sa composition. Sa formule brute $C^{11}H^4Cl^4O^3$ est celle d'une oxyméthylnaphtoquinone tétrachlorée. J'ai entrepris l'étude de ce corps et j'espère arriver à reconnaître si sa constitution est bien celle que je viens d'indiquer.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dissociation des combinaisons de colorants acides aux colorants basiques par les substances adsorbantes.* Note de M. L. **Pelet-Jolivet**, présentée par M. A. Haller.

Les solutions aqueuses de colorants basiques sont précipitées par de nombreux colorants acides. Le colorant en excès détermine la couleur de la solution et par des essais à la touche, sur papier Joseph, il est facile de suivre le changement de nuance et d'apprécier le moment précis où la teinte vire (1).

En filtrant le précipité obtenu au point de virage et en le lavant longtemps à l'eau distillée, on élimine totalement le résidu salin ; le produit obtenu possède une composition définie, on doit le considérer comme la combinaison de la base colorante au résidu organique du colorant acide.

Le dérivé ainsi obtenu du ponceau cristallisé $C^{10}H^7NN\,C^{10}H^4OH\,(SO^2O\,Na)^2$ et du bleu de méthylène $C^{16}H^{18}N^3S.Cl$ donne à l'analyse des nombres correspondant à la formule $C^{10}H^7NNC^{10}H^4OH\,(SO^2O.C^{16}H^{18}N^3S)^2$.

J'ai trouvé également que 1^{mol} de ponceau cristallisé s'unit à 2^{mol} de de fuschine et de safranine et 1^{mol} de jaune naphtol S à 2^{mol} de bleu de méthylène, de fuchsine et de safranine (2).

Le poids moléculaire de ces combinaisons, déterminé par cryoscopie dans la paratoluidine et le phénol, est d'un tiers à un quart inférieur au poids moléculaire théorique, ce qui s'explique par une dissociation très prononcée. Il y a aussi dissociation dans l'eau; une goutte de solution, placée sur du papier Joseph, forme une tache centrale de la nuance du colorant basique et une auréole de la teinte du colorant acide.

La solubilité de ces produits dans l'eau est beaucoup plus faible que celle de leurs composants, qu'ils soient à l'état de sel, de base ou d'acide.

Quelques-uns de ces complexes ont donné les solubilités suivantes:

Dérivé du ponceau cristallisé et du bleu de méthylène..	0^g,201	au litre à	100°
» » » ..	0,045	»	15
» de l'éosine » ..	0,158	»	15
» du jaune naphtol S » ..	0,042	»	15

(1) Pelet et Garuti, *Dosage volumétrique des matières colorantes* (*Revue génér. des matières colorantes,* Paris, 1907, p. 269).

(2) Seyewetz, *Thèse*, Lyon, 1900.

Les phénomènes suivants s'observent en ajoutant, à la solution aqueuse de ces combinaisons colorées, des substances adsorbantes, telles que la laine, le charbon animal, la silice précipitée et calcinée.

En solution neutre ou faiblement alcaline, le solide adsorbant dissocie la combinaison colorée et fixe exclusivement l'élément basique; la solution présente la teinte du colorant acide.

En solution acide, l'adsorbant dissocie aussi la combinaison, mais fixe l'élément colorant acide, tandis que la solution conserve la teinte du colorant basique.

Lorsque la concentration de l'acide dépasse une certaine valeur, l'adsorbant peut cependant précipiter une partie du colorant basique et prendre une teinte mixte. On observe cette réaction le plus facilement avec la silice; la laine, par contre, provoque toujours une dissociation nette.

La théorie chimique de la teinture ne peut expliquer ces faits, elle exigerait que les deux éléments colorés de la combinaison se fixassent également sur la laine; la théorie colloïdale de la teinture, au contraire, permet de les prévoir.

Les substances adsorbantes, telles que la laine, le charbon animal, la silice et autres solides à grande surface, sont à l'*état colloïdal;* en bain neutre ou alcalin, leur charge est négative, ils précipitent et fixent exclusivement le colorant basique (positif). En bain acide, l'adsorbant se charge positivement grâce aux ions $\overset{+}{H}$ de l'acide ajouté et dans ce cas fixe de préférence le colorant acide (négatif).

Il est maintenant facile de comprendre le rôle du colorant de Romanowsky-Giemsa, sur la nature duquel les micrographes ont beaucoup discuté (1). Ce réactif est une combinaison d'éosine et de bleu de méthylène dissoute dans l'alcool; il s'emploie pour colorer certaines bactéries ou protozoaires. Le noyau de la cellule fixe l'éosine et se teint en rose, tandis que la masse protoplasmique se colore par le bleu de méthylène.

Les considérations précédentes expliquent la nature et l'emploi du colorant de Romanowsky-Giemsa en micrographie; il est donc légitime de considérer le noyau des cellules fixant l'éosine comme des substances à l'*état colloïdal* et *chargées positivement*, tandis que la masse protoplasmique également colloïdale serait *chargée négativement*.

---

(1) Marino, *Annales de l'Institut Pasteur*, t. XIX, p. 351; Giemsa, *Ibid.*, t. XIX, p. 346.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la spartéine. Isomérisation de l'α-méthylspartéine.* Note de MM. **Charles Moureu** et **Amand Valeur**, présentée par M. A. Haller.

Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CXLV, 1907, p. 929) nous avons montré comment, du mélange complexe de bases obtenu par décomposition de l'hydrate de l'α-méthylspartéïnium, on pouvait extraire deux méthylspartéines isomériques dont l'une, l'α-méthylspartéine, est cristallisée et possède un pouvoir rotatoire de $\alpha_D = -55°,4$. Dans la présente Note, nous indiquerons les conditions dans lesquelles certains sels de l'α-méthylspartéine s'isomérisent.

1. Si l'on chauffe, en tubes scellés à 125°, le diiodhydrate d'α-méthylspartéine $C^{15}H^{25}(CH^3)N^2.2HI$ avec le double de son poids d'eau et qu'on décompose par la soude le produit de la réaction, on obtient, outre l'α-méthylspartéine provenant du sel non isomérisé, un produit solide blanc bien cristallisé soluble dans le chloroforme, peu soluble dans l'eau froide, soluble dans l'eau bouillante d'où il cristallise aisément par refroidissement. Ce sel possède la composition d'un monoiodométhylate de spartéine $C^{15}H^{26}N^2.CH^3I$, mais il diffère par ses propriétés et notamment son pouvoir rotatoire $\alpha_D = -16°,8$ des deux monoiodométhylates de spartéine connus. Nous démontrerons plus tard qu'il constitue l'iodométhylate d'une base nouvelle, isomérique avec la spartéine, l'*isospartéine*.

2. On obtient le même iodométhylate d'isospartéine, mais en faible quantité, quand on décompose simplement par un alcali, le diiodhydrate d'α-méthylspartéine. En épuisant à l'éther la liqueur alcaline, on observe, à la limite de séparation des deux liquides, la formation d'une couche plus ou moins épaisse d'un corps cristallisé qui n'est autre que l'iodométhylate d'isospartéine.

3. La meilleure méthode consiste à chauffer au bain-marie bouillant l'α-méthylspartéine, avec un léger excès d'acide sulfurique normal, jusqu'à ce que la solution qui, primitivement, réduisait énergiquement à froid le permanganate en liqueur sulfurique, soit sans action sur ce réactif. En neutralisant exactement l'excès d'acide sulfurique par l'eau de baryte et traitant par l'iodure de baryum on isole l'*iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine* : $C^{15}H^{26}N^2.CH^3I.HI + H^2O$. Ce sel est décomposé par les alcalis, avec production d'iodométhylate d'isospartéine.

Pour obtenir l'isospartéine elle-même, nous avons appliqué la méthode que nous avons instituée à propos des deux iodométhylates de spartéine et qui nous avait donné, dans ces cas, d'excellents résultats. Cette méthode consiste à décomposer par la chaleur les iodhydrates d'iodométhylates; il y

a départ d'iodure de méthyle et l'on obtient l'iodhydrate de la base correspondante.

Appliquée à l'iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine, cette réaction n'est point quantitative, comme dans le cas des sels correspondants de spartéine. Chauffé à 220°-225°, l'iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine perd de l'iodure de méthyle et laisse un résidu d'où l'on peut extraire, par action de l'eau chaude, un sel bien cristallisé répondant à la composition $C^{15}H^{26}N^2.HI$. C'est l'*iodhydrate d'isospartéine*.

Nous avons mentionné plus haut la transformation que l'action de l'eau à 125° fait subir au diiodhydrate d'α-méthylspartéine, l'action de la chaleur seule donne lieu à une réaction entièrement différente. Le diiodhydrate d'α-méthylspartéine, chauffé à 225°-230°, se décompose avec perte d'iodure de méthyle et laisse un résidu qui, traité par l'eau chaude, lui abandonne de l'iodhydrate d'isospartéine, identique à celui qui provient de la décomposition de l'iodhydrate d'iodométhylate.

L'iodhydrate d'isospartéine peut donc être obtenu par les deux réactions suivantes :

$$\underset{\text{Iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine.}}{C^{15}H^{26}N^2.CH^3I.HI} = CH^3I + \underset{\text{Iodhydrate d'isospartéine.}}{C^{15}H^{26}N^2.HI}$$

$$\underset{\text{Diiodhydrate d'α-méthylspartéine.}}{C^{15}H^{25}(CH^3)N^2.2HI} = CH^3I + \underset{\text{Iodhydrate d'isospartéine.}}{C^{15}H^{26}N^2.HI}$$

Dans cette dernière réaction, le diiodhydrate d'α-méthylspartéine s'isomérise vraisemblablement d'abord en iodhydrate d'iodométhylate d'isospartéine.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Synthèse de l'anilidophénosafranine symétrique phénylée*. Note de MM. **Ph. Barbier** et **P. Sisley**, présentée par M. A. Haller.

Dans un Mémoire antérieur nous avons montré que l'induline dite de Caro dérive de l'aposafranine et qu'elle est une anilido-aposafranine phénylée; nous allons faire voir qu'il existe des indulines se rattachant à la phénosafranine symétrique. L'azophénine, que Witt considère avec raison comme la substance mère des indulines, possède une constitution connue, c'est la dianilidoquinone-dianile ainsi que cela résulte des recherches synthétiques de Fischer et Hepp.

Les propriétés spéciales aux combinaisons paraquinoniques font de cette substance un agent de synthèse des matières colorantes particulièrement actif.

Malgré que l'azophénine ait déjà été utilisée pour la fabrication industrielle de colorants violet bleu et bleus dont la constitution est d'ailleurs restée inconnue, nous avons repris l'étude de cette réaction.

Lorsqu'on chauffe en vase clos à la température de 165°, pendant 6 à 7 heures, une solution alcoolique d'un mélange équimoléculaire d'azophénine et de paraphénylène-diamine on obtient un liquide fortement coloré en bleu violet qu'on soumet à un entraînement par la vapeur, ce qui sépare l'alcool ainsi qu'une certaine quantité d'aniline. La dissolution aqueuse précipitée par le sel fournit le colorant qui a pris naissance; on le redissout et on le reprécipite en répétant cette opération jusqu'à ce que les eaux mères ne se colorent plus par une goutte d'une solution de bichromate de potassium. Une dernière précipitation en liqueur tiède donne le colorant pur à l'état de chlorhydrate sous forme d'une poudre cristalline de couleur foncée avec un faible reflet métallique.

C'est le chlorhydrate de l'anilidophénosafranine symétrique phénylée

$$C^{30}H^{23}N^5, 2HCl,$$

il donne en effet un chloroplatinate en poudre brun rouge dont la teneur en platine et en azote correspond à la formule $C^{30}H^{23}N^5, 2HCl\,PtCl^4$.

Ce colorant, qui est une véritable induline dérivée de la phénosafranine symétrique teint la soie et le coton mordancé en une belle nuance violet bleu.

La formation de cette induline est exprimée par le schéma ci-dessous :

N
C^6H^5NH
$C^6H^5N=$
$NH.C^6H^5$
Azophénine.

$+$ NH^2 NH^2
p.-phénylène-diamine.

$= H^2 + C^6H^5NH^2 +$

N
C^6H^5NH
$C^6H^5N=$ NH^2
N
C^6H^5
Anilidophénosafranine symétrique phénylée.

La paraphénylène-diamine se substitue à 1^mol^ d'aniline qui est mise en liberté, et sous l'influence oxydante de la dianilinoquinone-dianile le résidu C^6H^5NH se soude à la molécule de paradiamine avec départ de 1^mol^ d'hydrogène qui réduit une quantité correspondante d'azophénine. Nous avons isolé et caractérisé l'aniline qui prend naissance dans cette réaction.

La constitution de l'azophénine étant parfaitement établie, celle de l'indu-

line qui se forme en résulte; l'opération ayant été conduite avec beaucoup de ménagement et à une température relativement basse, il est difficile d'admettre la possibilité de changements intramoléculaires. Cette induline doit donc être considérée comme une phénosafranine symétrique anilidée et phénylée.

On voit en outre, par la formule de constitution à laquelle nous arrivons, que cette substance renfermant un résidu NH^2 admet l'existence de dérivés diméthylés ou diéthylés; c'est en effet ce qui arrive; si dans l'opération ci-dessus on remplace la paraphénylène-diamine par la paraphénylène-diamine diméthylée dissymétrique ou par le dérivé diéthylé on obtient une diméthyl ou une diéthylphénosafranine symétrique anilidée et phénylée qui sont des colorants solubles dans l'eau et à nuances plus bleues que celle du colorant non substitué.

GÉOLOGIE. — *Le gisement de cuivre d'Evergreen.* Note de M. **Étienne-A. Ritter**, présentée par M. Michel Lévy.

Le gisement de cuivre d'Evergreen est situé dans le comté de Gilpin, au Colorado (États-Unis). Les schistes cristallins de l'archéen ont été traversés par un dyke d'une roche spéciale faite de quartz, d'orthose et d'albite, souvent sous forme de microperthite, par de l'augite passant à l'ægirine, et par de longues aiguilles d'enstatite et de diallage. Cette roche éruptive est probablement d'âge tertiaire. L'épaisseur du dyke varie entre 1^m et 4^m; il a fortement altéré les schistes cristallins à son contact sur une zone métamorphique de 20^m d'épaisseur; les schistes cristallins ont été transformés en pseudo-quartzites et en pseudo-gneiss, suivant que l'apport local dans tel ou tel banc était plus particulièrement quartzeux ou feldspathique. Le fait le plus intéressant est l'addition des pyroxènes, qu'on trouve toujours là où l'injection est visible, mais dont la proportion est extrêmement variable suivant les bancs, et peut même finir par changer la roche en une pyroxénite.

Le dyke a arraché à ses parois un très grand nombre d'enclaves; il devait être déjà à un état semi-visqueux au moment de sa montée, car il n'a pas pu les assimiler même sur leurs bords.

La roche éruptive présente un type granulitique, avec tendances microgranulitique et micropegmatitique, et un type porphyritique, qui sont très

distincts par places et ailleurs se fondent l'un dans l'autre. Ces différences proviennent de l'abondance ou de la rareté du quartz ou des pyroxènes.

Les relations de la roche éruptive avec les minerais de cuivre sont très nettes. Le minerai de cuivre se rencontre dans la roche éruptive elle-même, aussi bien que dans la zone métamorphique qui borde le dyke. La bornite et la chalcopyrite sont des minéraux constituants de la roche éruptive. Dans les coupes minces, où la bornite se montre comme minéral constituant de la roche, on voit qu'elle n'a pas cristallisé à un moment unique. Le fait que ce minéral est un sulfure et non un silicate lui a donné une mobilité spéciale. Il en résulte qu'on le trouve en inclusions dans le quartz, les orthoclases, l'augite, et au cœur de faisceaux d'aiguilles d'enstatite et de diallage, alignées et juxtaposées, montrant qu'il a cristallisé parfois avant chacun de ces différents minéraux. D'autre part, on rencontre des plages de bornite qui englobent, à un point ou à un autre, chacun de ces différents silicates. Une coupe curieuse montre des cristaux d'enstatite et de diallage qui ont cristallisé avec la bornite, comme le quartz et le feldspath le font dans la pegmatite graphique.

Le gîte présente aussi des altérations secondaires, comme la transformations des sulfures de cuivre en carbonates, près de la surface, et un enrichissement secondaire de la bornite et de la chalcopyrite en covellite au niveau de 50^{m} à 60^{m} de profondeur.

MINÉRALOGIE. — *Sur la rencontre du granite dans la cheminée diamantifère de Beers*. Note de M. L. **De Launay**, présentée par M. Michel Lévy.

Dans une Communication du 2 août 1897 sur les roches diamantifères du Cap et dans l'Ouvrage sur *Les diamants du Cap*, où j'ai pu donner plus de développement à la même idée [1], j'avais annoncé, alors que les travaux de la mine de Beers étaient à 400^{m} de profondeur dans les quartzites, que ces travaux atteindraient assez prochainement un soubassement granitique, probablement vers 600^{m}. Le dernier rapport de la Compagnie montre que l'on a atteint, en effet, le granite, comme je l'avais fait prévoir, presque exactement à la profondeur prévue, à 641^{m}, et, depuis ce moment, on a foncé, dans ce granite, plus de 200^{m}. Cette constatation est fort intéressante

[1] *Les diamants du Cap*, 1897, p. 121.

comme confirmation de la théorie que j'avais développée, à la suite d'études faites dans la mine, sur la formation de ces cheminées éruptives. Elle achève bien, en effet, de prouver l'origine infragranitique du diamant. Elle permet aussi de mesurer, en quelque sorte, la force de projection de l'éruptivité; car, dans ma Note de 1897, je m'étais fondé, pour prévoir l'approche du soubassement granitique, non sur des coupes de la région inexistantes, mais sur l'augmentation progressive, dans la roche diamantifère, des fragments de granite, supposés remontés du fond (*floating reefs*); admettant que l'éruption avait traversé à l'emporte-pièce, de bas en haut, les terrains encaissants et remonté les fragments pris aux parois d'une hauteur à peu près équivalente, j'avais comparé mes propres observations sur la proportion des débris granitiques avec ce qui s'était passé antérieurement pour les autres roches des parois empruntées à des bancs supérieurs et dont l'apparition moyenne dans la cheminée avait toujours eu lieu environ 170^m au-dessus de leur gîte en place dans la paroi perforée. Ici la remontée moyenne a été d'environ 200^m. A la mine voisine de Kimberley, pour laquelle les blocs flottants ne présentaient pas les mêmes caractères, on est encore à 840^m dans les conglomérats du Vaal.

BOTANIQUE. — *Remarques sur les affinités des Malpighiacées de Madagascar, à propos du genre nouveau* Tricomariopsis. Note de M. **Marcel Dubard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

La classification actuelle des *Malpighiacées* à fruits munis d'ailes (*Pterygophorées*) sépare d'une façon presque absolue dans des tribus différentes les genres appartenant à l'ancien et au nouveau monde. Les *Aspidopteridinées* appartiennent surtout à l'Asie méridionale, à la Malaisie, quelque peu à l'Afrique et sont représentées en particulier à Madagascar par le genre *Microsteira* et par certaines espèces de *Triaspis* et de *Tristellateia*; les *Sphédamnocarpinées* présentent une répartition analogue avec quelques espèces d'*Acridocarpus* à Madagascar. Quant aux *Mascagniinées*, *Tricomariées* et *Banistériées*, elles sont toutes américaines à part de très rares exceptions dans ce dernier groupe et n'ont jusqu'à présent aucun représentant signalé dans la grande île.

Cependant il semble qu'une connaissance plus approfondie des Malpighiacées africaines et malgaches doive mettre en évidence des points de contact

plus nombreux entre ces groupes encore aujourd'hui très tranchés. Le *Sphedamnocarpus madagascariensis* de Baker (¹), retiré par cet auteur du genre *Banisteria*, où l'avait placé de Jussieu (²), présente des styles courts et non recourbés qui ne permettent guère de le maintenir à sa place actuelle et, vu la régularité parfaite de sa fleur, semble bien une forme de passage entre les deux genres, où on l'a successivement rangé.

L'examen d'un échantillon recueilli dans la forêt de la Mandraka, en plein centre de Madagascar, par M. d'Alléizette, m'amène, d'autre part, à créer un genre nouveau, dont les affinités me paraissent intéressantes; en voici les principaux caractères :

Les feuilles sont opposées, à limbe presque arrondi, légèrement acuminé, recouvertes, ainsi que les rameaux, d'une épaisse pubescence fauve, formée de poils en navette; la nervure médiane porte latéralement à sa base deux glandes arrondies; le limbe en présente également deux au voisinage des premières.

Les inflorescences élémentaires sont constituées par des ombelles pauciflores, munies d'un petit involucre. Celles-ci sont groupées vers l'extrémité des rameaux et naissent à l'aisselle des dernières paires de feuilles, de manière à constituer des grappes interfoliées.

Le calice a 5 sépales, velus extérieurement, glabres en dedans, dépourvus de glandes; la corolle a 5 pétales formés d'un très court onglet, surmonté d'un limbe arrondi auriculé à la base; l'androcée possède de 11 à 15 étamines, égales, légèrement soudées entre elles par la base de leurs filets, à connectif élargi dorsalement, loges subparallèles. Cette androcée accuse une tendance très nette à la méristémonie, le nombre des étamines étant constamment de 10 chez les Malpighiacées; il n'est pas rare de trouver 2 étamines voisines soudées entre elles sur toute la longueur de leur filet et dont les anthères seules sont libres.

L'ovaire est formé de 3 carpelles, soudés, présentant chacun un angle dorsal saillant, surmonté de 3 styles indépendants, courts, assez trapus, très peu divergents, s'étalant à la partie supérieure en un stigmate formé d'une lame semi-circulaire, denticulée. Chaque angle saillant de l'ovaire présente vers le haut l'amorce d'une aile portant une touffe de soies raides, alors que le reste de la surface ovarienne est glabre; chaque loge renferme un seul ovule hyponaste, pendant, semi-anatrope, à raphé tourné du côté de l'axe.

En résumé : 1° L'ensemble des caractères précédents et particulièrement ceux fournis par l'androcée et par les carpelles justifient la création d'un genre nouveau, que je nomme *Tricomariopsis*, pour rappeler l'aspect parti-

---

(¹) Baker, *Journ. Linn. Soc.*, t. XX.
(²) A. de Jussieu, *Arch. Mus.*, t. III.

culier de l'ovaire; quoique je n'aie pu examiner le fruit, la constitution même de l'ovaire laisse en effet supposer que les trois akènes portent chacun sur leur aile dorsale une touffe de soies raides; dans tous les cas, même si l'aspect de l'ovaire se modifie pendant sa transformation en fruit, ses particularités initiales rappellent le type tricomarié; l'espèce considérée sera le *T. Madagascariensis*.

2° Le nouveau genre forme une transition naturelle entre les *Banistériées* et les *Tricomariées*, fait d'autant plus curieux à signaler que ces deux tribus sont presque exclusivement américaines.

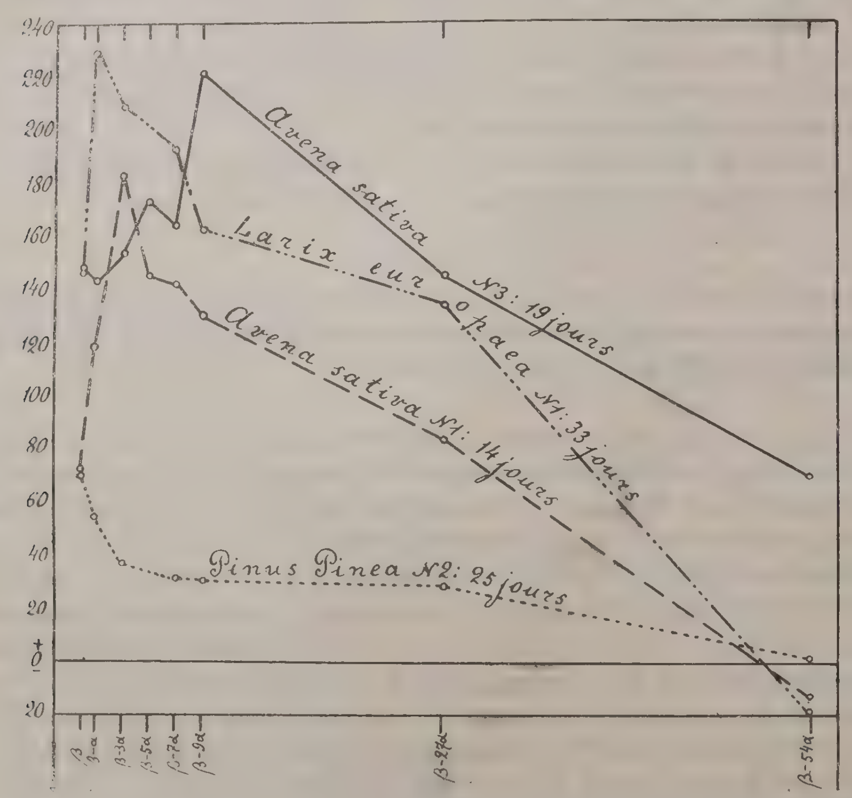
3° Il relie les *Malpighiacées* avec le groupe des *Dialypétales méristémones*, par le dédoublement plus ou moins accentué des étamines typiques.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur les variations du poids sec chez les végétaux supérieurs, aux différentes intensités lumineuses.* Note de M. **W. Lubimenko**, présentée par M. Gaston Bonnier.

J'ai signalé dans des recherches antérieures qne l'incorporation, soit de certains sucres artificiellement fournis à la plante, soit de matières organiques provenant des réserves de graines ou de bulbes augmente avec la lumière jusqu'à un maximum et diminue ensuite quand l'intensité lumineuse continue à croître. J'ai fait aussi remarquer que la quantité de lumière optima pour l'incorporation des matières organiques est relativement faible et, dans la plupart des cas, insuffisante pour que l'appareil chlorophyllien puisse manifester un travail appréciable. Il est légitime alors de se demander comment se comporte, à ce point de vue, une plante verte qui n'a à sa disposition que des matières organiques provenant de l'assimilation chlorophyllienne de cette plante. On peut penser *a priori* que, dans la nature, la plante, étant exposée à un éclairement variable, profite pendant certaines heures de la journée des radiations relativement fortes pour décomposer le gaz carbonique et lorsque l'intensité lumineuse est trop faible pour ce travail, elle incorpore des matières hydrocarbonées accumulées dans ses feuilles. La résultante de ce double rôle de la lumière, suivant son intensité, doit se traduire par la quantité de substance sèche produite par la plante. Si les choses se passent ainsi, il est intéressant de rechercher quel est l'optimum d'éclairement naturel qui réalise la production maxima de substance sèche.

Pour résoudre cette question j'ai entrepris pendant cet été, au Laboratoire de

Biologie végétale de Fontainebleau, une série d'expériences qui consistaient à faire pousser les plantes sous des châssis dont les parois vitrées étaient enveloppées par des couches de papier mince paraffiné ou de papier blanc ordinaire en nombre plus ou moins grand. Sept châssis, disposés en une rangée, étaient fixés sur le sol et orientés de façon que leurs couvercles se trouvaient tournés vers le sud et inclinés à 45° par



Augmentation ou diminution du poids sec des plantules par rapport au poids sec des graines. Sur l'axe des abscisses sont marqués les points correspondant aux différentes intensités lumineuses. Les ordonnées représentent l'augmentation (au-dessus du zéro) ou la diminution (au-dessous du zéro), du poids sec des plantules pour 100 du poids sec des graines.

rapport à l'horizon. Le renouvellement de l'air était assuré et, en outre, la température sous les châssis égalisée par un courant d'eau qui coulait sur les couvercles de verre. En désignant par β l'intensité lumineuse du jour à un moment donné, j'ai trouvé, à l'aide d'un dispositif spectrophotométrique spécial, que les intensités sous les divers châssis étaient respectivement $\beta-\alpha$, $\beta-3\alpha$, $\beta-5\alpha$, $\beta-7\alpha$, $\beta-9\alpha$, $\beta-27\alpha$, $\beta-54\alpha$, étant donné que α est égal à la quantité de lumière absorbée par une plaque de verre ordinaire de 5^{mm} d'épaisseur.

Je fais germer des graines dans des pots remplis tantôt avec de la terre du jardin, tantôt avec du sable; puis, au moment où les plantules ont atteint une certaine taille, je choisis des pots contenant les échantillons à un même stade de développement et je les place sous les châssis. Au bout de 10, 15, 20 ou 30 jours je retire les pots et je détermine les dimensions des plantules, leur poids frais et leur poids sec.

J'ai constaté de cette façon que l'augmentation maxima du poids sec ne correspond que rarement à l'éclairement le plus fort qu'on trouve dans la nature. Sur 34 expériences faites avec 12 espèces, j'ai observé dans 7 cas seulement que le rendement a été maximum chez les plantes témoins exposées à l'air libre. Dans toutes les autres expériences, c'est toujours à une intensité atténuée de la lumière du jour que les plantes ont présenté un poids plus considérable de substance sèche. Pour donner une idée de la répartition du poids sec des plantules suivant l'éclairement, je joins à cette Note quelques courbes qui montrent l'augmentation du poids sec des plantules par rapport au poids sec des graines.

Comme on le voit sur les courbes relatives à l'*Avena* et au *Larix*, un certain affaiblissement de la lumière du jour favorise l'augmentation du poids sec dans une proportion trés considérable. On comprend aisément que ce degré d'affaiblissement, correspondant au poids sec maximum, ne doit pas être le même suivant que l'intensité lumineuse à l'air libre est plus ou moins forte. C'est, en effet, ce que montrent les deux courbes relatives à l'Avoine : dans l'expérience n° 1, le ciel n'a été pur que pendant 6 jours seulement sur 14, et le rendement maximum a été obtenu avec l'intensité $\beta - \alpha$; dans l'expérience n° 3, il y a eu une belle lumière pendant 15 jours sur 19, et dès lors il a fallu un affaiblissement plus considérable de cette lumière intense ($\beta' - 9\alpha'$) pour obtenir l'optimum d'éclairement qui correspondait à la plus forte production de substance sèche. La courbe relative au *Pinus Pinea* montre un exemple de coïncidence du poids sec maximum, avec l'éclairement du jour non affaibli.

On voit, d'après ces données, que la production de substance sèche par la plante verte augmente avec la lumière jusqu'à un certain maximum et diminue ensuite. Dans la plupart des cas l'optimum d'éclairement est inférieur à l'éclairement naturel que la plante reçoit pendant une journée claire de l'été. La cause de l'influence défavorable d'une forte lumière prolongée, sur l'augmentation du poids sec, doit être attribuée, suivant les idées exposées au commencement de cette Note, à l'action retardatrice que provoque cette lumière sur l'incorporation de certaines substances organiques prove-

nant de la décomposition du gaz carbonique par l'appareil chlorophyllien de la feuille.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence de l'état hygrométrique de l'air sur la conservation des graines*. Note de M. E. **Demoussy**, présentée par M. L. Maquenne.

Des nombreuses recherches portant sur la conservation des graines il résulte que celles-ci peuvent être à l'état de vie ralentie ou de vie suspendue. Dans les conditions ordinaires elles renferment un peu d'eau et dégagent des traces de gaz carbonique provenant de l'action lente des diastases : c'est la vie ralentie; la graine se désorganise alors peu à peu et devient, après un temps variable, incapable de germer. Parfaitement sèche et à l'abri de l'air elle est pour ainsi dire inerte, comme l'a montré M. Maquenne : c'est l'état de vie suspendue; elle doit alors se conserver indéfiniment; c'est ce que confirment un certain nombre d'expériences faites dans ce sens, quoique d'une durée encore forcément limitée. Si les graines, sans être absolument privées d'eau, sont maintenues dans un local sec, elles peuvent garder leurs facultés germinatives pendant un temps très long; ainsi M. P. Becquerel a trouvé dans les collections du Muséum un grand nombre de graines capables de germer après plus de 50 ans.

Il m'a paru intéressant de rechercher comment la durée de la vie des graines est influencée par la présence d'un certain taux d'humidité dans l'air.

A cet effet, j'ai disposé des lots de graines dans une série de vases clos maintenus à 25°, l'état hygrométrique de l'air variant d'un vase à l'autre. Ce résultat était obtenu en plaçant, à côté des graines, des solutions de potasse caustique de concentrations différentes, possédant par suite des tensions de vapeurs différentes, et ayant en outre l'avantage de soustraire les graines à l'action toxique de l'acide carbonique qu'elles émettent. Les valeurs de ces tensions étaient déterminées au moyen d'un manomètre différentiel, en les comparant à la tension connue de l'eau pure.

Les liqueurs employées renfermaient respectivement $2^{g},8$, 14^{g}, 28^{g}, 42^{g}, 56^{g} et 70^{g} de KOH dans 100^{cm^3}, et avaient pour tensions de vapeur à 25° : $23^{mm},0$, $19^{mm},2$, $16^{mm},9$, $12^{mm},0$, $7^{mm},2$ et $3^{mm},0$. La tension maximum de la vapeur d'eau pure à 25° étant de $23^{mm},6$, on peut considérer comme

saturé l'air au contact du premier liquide; les autres atmosphères avaient des états hygrométriques égaux à 0,8, 0,7, 0,5, 0,3, 0,13. Enfin un dernier vase recevait de la potasse solide destinée à dessécher complètement l'air.

Le pouvoir germinatif des graines a été déterminé de mois en mois pendant près d'un an.

1° *Air presque saturé d'humidité.* — Les graines s'altèrent rapidement : dès le premier mois la diminution du pouvoir germinatif était des trois quarts environ pour les oignons, le cerfeuil, le panais; de moitié pour les haricots, lupins blancs, lentilles, tabacs, campanules, coquelicots, digitales; d'un tiers pour le blé, le sarrasin et le trèfle; d'un quart pour l'avoine, la laitue, les carottes et les radis. Peu de graines de choux, de luzerne, de betteraves étaient mortes; le colza, le cresson alénois, l'orge et le riz germaient aussi bien qu'au début. A la fin du second mois, seuls restaient vivants les colzas, betteraves, cressons, choux et tabacs avec un déchet variant de 12 à 70 pour 100. Après 3 mois, toutes les graines étaient mortes.

2° *État hygrométrique* 0,8. — Les graines se conservent assez bien pendant le premier mois; l'échelle de résistance est la même que précédemment, avec une perte plus faible. Après deux mois, mort des haricots, trèfles, cerfeuils, panais, digitales, sarrasins et oignons; quelques campanules germent encore; pour les autres le déchet est de 50 pour 100 en moyenne. A la fin du troisième les lupins et les lentilles ne germent plus; les trois quarts des avoines, luzernes, carottes, campanules et coquelicots sont morts. Les espèces qui résistent le mieux sont les choux, cressons, radis, betteraves, blés, tabacs, orges, riz et colzas. Après six mois tout est mort.

3° *État hygrométrique* 0,7, c'est-à-dire voisin de l'état hygrométrique moyen de l'air à Paris. — Aucun changement le premier mois. Le second mois tous les panais sont morts; pour les autres il y a un déchet qui atteint 75 pour 100 pour les coquelicots et les digitales, 20 à 30 pour 100 pour les haricots, lentilles, trèfles, sarrasins, avoines, tabacs, carottes, cerfeuils et campanules, et seulement 5 à 10 pour 100 pour les autres graines. Après trois mois les pertes s'accentuent : toutes les digitales sont mortes, ainsi que 75 pour 100 de l'avoine, du cerfeuil et des oignons. Le sixième mois, mort des haricots, trèfles, sarrasins, avoines, cerfeuil et oignons; perte très forte pour la laitue et l'orge (90 pour 100), les coquelicots et campanules (80), les carottes et choux (75), le blé et les betteraves (60), les lentilles et le riz (50), beaucoup moindre pour le tabac, le cresson et les lupins (30), les radis (15), les colzas (5). Le neuvième mois, les laitues, campanules et coquelicots ne germent plus; chez les autres espèces la perte a augmenté d'environ 5 pour 100.

4° *État hygrométrique* 0,5. — Les panais sont morts dès le troisième mois; mais toutes les autres graines se sont bien conservées pendant 6 mois. Après 9 mois, les pertes pour 100 sont : digitales 90, coquelicots 80, cerfeuil 30; haricots, trèfle, carottes, oignons, avoine, sarrasin, betteraves, 15 à 20; pertes très faibles ou nulles pour les autres graines.

5° *État hygrométrique* 0,3. — Le déchet n'est sensible, vers la fin du dixième mois, que pour coquelicots et digitales (70 pour 100), panais et cerfeuil (30), carottes, lentilles, sarrasin (20).

6° *État hygrométrique* 0,13. — Résultats analogues aux précédents.

7° Enfin, après 10 mois de séjour dans l'*air sec*, le pouvoir germinatif a baissé de 70 pour 100 pour les coquelicots, de 50 pour les digitales, de 30 pour le cerfeuil, de 10 pour l'avoine, le panais, les haricots et les campanules, très peu ou pas du tout pour les autres.

En résumé, lorque l'état hygrométrique, à 25°, est supérieur à 0,7, beaucoup de graines périssent rapidement; les Crucifères sont parmi les plus résistantes. Dans des atmosphères moins humides, la conservation est meilleure; il y a des pertes sensibles pour quelques espèces, comme le cerfeuil, les coquelicots et digitales, qui sont d'ailleurs les seules qui aient éprouvé un déchet notable dans l'air sec. Le panais, réputé très altérable, se comporte cependant assez bien lorsque l'état hygrométrique s'abaisse à 0,3, autant qu'il est possible d'en juger, étant donné qu'au début le pouvoir germinatif n'était que de 35 pour 100.

Le cas du riz est particulièrement intéressant. On sait que dans les rizières il peut germer tout en étant recouvert d'une couche d'eau très épaisse; or ici je n'ai pas trouvé qu'il résistât mieux que les autres graines dans des atmosphères très humides.

J'ai eu à ce propos l'occasion de vérifier l'expérience de Takahashi; d'après cet auteur, le riz n'a pas besoin d'oxygène pour germer. En effet, quoique j'aie éliminé l'oxygène avec le plus grand soin, par le vide ou à l'aide d'une solution alcaline de pyrogallol placée au voisinage des graines, celles-ci ont toujours donné des germes de plus de 1^{cm} lorsqu'elles ont été mises au contact de l'eau.

Il est aisé de vérifier que le riz germe parfaitement lorsqu'il est immergé dans l'eau à une grande profondeur. On sait qu'il n'en est pas de même pour les autres espèces; il y a alors formation d'alcool et d'acide carbonique. Les graines perdent rapidement leur pouvoir germinatif; si elles ne sont pas tuées par une immersion de 8 jours (en milieu aseptique), elles sont en général mortes à la fin de la deuxième semaine.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur les inosites du Gui.* Note de M. **Georges Tanret**, présentée par M. Armand Gautier.

L'inosite racémique, découverte en 1890 par MM. Maquenne et Ch. Tanret, avait été obtenue artificiellement en mélangeant deux solutions équimoléculaires d'inosite droite et d'inosite gauche, ces deux derniers sucres pro-

venant de la déméthylation le premier de la pinite, le second de la québrachite. Je viens de la rencontrer dans le Gui, accompagnée d'une notable quantité d'inosite ordinaire.

I. *Baies*. — Les baies mûres sont, après broyage, épuisées en trois reprises par trois fois leur poids d'alcool à 95° bouillant. Après 24 heures l'alcool est séparé des sels et d'une gomme qui se déposent d'abord, puis on l'abandonne à lui-même. Au bout d'une quinzaine de jours on recueille les cristaux qui se sont formés : pour les purifier, on les fait recristalliser dans l'eau après défécation par quelques gouttes de sous-acétate de plomb et élimination du plomb en excès. Ils sont blancs, de saveur sucrée, contiennent 16 pour 100 d'eau de cristallisation, et après déshydratation fondent à 224° ; leur solution est sans action sur la lumière polarisée, ne réduit pas la liqueur de Fehling, mais la colore en vert à chaud ; oxydés par NO^3H, puis traités par NH^3 et l'acétate de baryte, ils donnent la réaction de Scherer : l'éther acétique de ce sucre fond à 212°. C'est donc de l'*inosite inactive*, analogue à celle des muscles, des feuilles de noyer ou des haricots verts. 1^{kg} de baies fraîches, récoltées fin décembre, a ainsi donné, de premier jet, $5^g,90$ d'inosite.

L'alcool d'où l'on avait séparé l'inosite a ensuite été distillé et repris par l'eau. Des dosages faits au Fehling et au polarimètre ont montré que les matières solubles dans l'eau des baies de Gui ([1]) contiennent 34 pour 100 de sucres réducteurs (glucose et lévulose) et 18 pour 100 de saccharose. Par fermentation on s'est débarrassé de ces sucres, puis la liqueur a été déféquée au sous-acétate de plomb et, après élimination de l'excès de plomb, amenée à l'état de sirop. Celui-ci, lavé à l'alcool à 95°, puis repris par une petite quantité d'eau, a été mis à cristalliser.

Après lavage à l'alcool faible, les cristaux (10^g environ par kilogramme de baies fraîches) donnent de façon intense la réaction de Scherer. On les a dissous dans l'eau. Par concentrations successives on a recueilli une série de cristallisations : les premières étaient constituées par une fine poudre cristalline, les dernières par de gros cristaux, et leur point de fusion variait depuis 250° jusqu'à 225°. Il s'agissait donc d'un mélange. Mais l'action des solvants ne m'a pas permis d'isoler des corps ayant un point de fusion rigoureusement constant. On a alors acétylé le tout par l'anhydride acétique et le chlorure de zinc, dans l'espoir de fractionner plus aisément les éthers obtenus et d'isoler ensuite les sucres à l'état de pureté. Le mélange des acétines a donc été dissous dans six ou sept fois son poids d'alcool à 90° chaud. Par refroidissement on a recueilli les cristaux les moins solubles ; ils fondaient à 212°, point de fusion de l'acétine de l'inosite inactive ; la solubilité de cet éther dans l'alcool à 90° est très faible (1 partie dans 540 parties à 21°). Par évaporation lente de l'alcool on a ensuite recueilli les cristaux de l'autre acétine : ils fondaient à 111°.

Cette acétine, saponifiée par SO^4H^2 à 2,5 pour 100, a permis d'isoler le

---

([1]) Les baies analysées renfermaient 74 pour 100 d'eau ; les cendres formaient 4,87 pour 100 de la matière sèche.

sucre cherché. Il se présente en cristaux anhydres, de saveur sucrée, fondant au bloc Maquenne à 253°; il se dissout dans 16,7 parties d'eau à 17°. La cryoscopie, faite avec des concentrations de 4 et de 3 pour 100, a donné, pour son poids moléculaire, les valeurs 173 et 182. Sa solution est inactive sur la lumière polarisée; elle n'a pas d'action sur la liqueur de Fehling qui, à chaud, reste bleue. Son acétine cristallise en larges tables, solubles à froid dans quelques parties d'alcool à 90°, répondant à l'analyse à la formule $C^6H^6(C^2H^3O^2)^6$. Son éther benzoïque est constitué par de fines aiguilles fondant à 217°. Tous ces caractères sont ceux de l'*inosite racémique* ou de ses éthers. Cette inosite du Gui a, du reste, été comparée avec l'inosite racémique de MM. Maquenne et Ch. Tanret, et l'on a reconnu l'identité de ces deux corps.

Je n'ai pas rencontré d'inosite active, droite ou gauche, dans les baies examinées.

II. *Feuilles.* — Les inosites ont également été recherchées dans les feuilles. Celles-ci donnent, d'une façon extrêmement intense, la réaction de Scherer. Je n'ai pu cependant en retirer plus de $0^g,50$ par kilogramme de feuilles sèches, quel qu'ait été le traitement auquel je les ai soumises. Il est donc probable que le Gui renferme des composés inositiques, mais dont la nature exacte est encore à trouver. Ceci montre qu'il ne faut pas se contenter de la réaction de Scherer pour affirmer la présence d'une inosite dans un extrait organique : on devra désormais isoler celle-ci en nature et la comparer avec celles déjà connues.

III. En résumé, à côté de sucres réducteurs et fermentescibles, on trouve dans le Gui de l'inosite inactive et de l'inosite racémique. Le rendement par kilogramme de baies fraîches a été de 12^g pour la première, de 4^g pour la seconde (soit 4 fois plus environ pour les baies supposées sèches) (¹). Si l'on se rappelle que le noyer, d'où jusqu'à présent on retirait le plus avantageusement l'inosite ordinaire (C. Tanret et Villiers; Maquenne), n'en donne que 3^g par kilogramme de feuilles sèches, on voit que les rendements en inosite inactive sont 16 fois plus élevés à partir des baies de Gui. Quant à l'inosite racémique qui, jusqu'à ce jour, était un sucre de synthèse, c'est la première fois qu'on la rencontre dans un végétal. C'est le premier exemple d'un sucre racémique trouvé dans un organisme vivant.

(¹) Des baies incomplètement mûres, récoltées au commencement de novembre, m'ont donné, par kilogramme, $13^g,3$ du mélange des deux inosites.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une réaction colorée chez les Lactaires et les Russules.* Note de MM. L. **Arnould** et A. **Goris**, présentée par M. Guignard.

L'emploi de réactions colorées pour l'étude anatomique ou microchimique des Champignons n'est pas un fait nouveau. Boudier, Errera, Bourquelot, Van Bambeke, Harlay, ont, tour à tour, indiqué l'action de certains réactifs soit sur divers Champignons, soit sur un groupe de ces végétaux; ils en ont tiré des renseignements concernant leur détermination ou leur classification.

Nous avons, dans le cours de ces deux dernières années, essayé sur les Champignons de nos récoltes le réactif sulfovanillique (eau 2^{vol}, acide sulfurique 2^{vol}, vanilline $0^{g},25$), qui a servi à Ronceray pour la recherche de l'orcine dans les Lichens à orseille.

Tous les Champignons essayés (Hyménomycètes, Gastéromycètes, Ascomycètes, etc.) ont montré cette réaction commune de prendre, au moins dans la région hyméniale, une coloration rosée variable dans la nuance et dans l'intensité, mais toujours très évidente. Au microscope, on remarque que cette coloration est surtout localisée dans les *basides* fertiles ou non.

Les autres tissus se colorent ou ne se colorent pas, mais toujours la coloration est plus forte dans la couche hyméniale.

Les spores ne donnent la réaction que dans la première période de leur développement. L'observation en est surtout facile sur les spores des Ascomycètes, qui ont souvent de grandes dimensions.

Dans certains Champignons complètement blancs (*Tricholoma Georgii* Quél., *Collybia maculata* Fr.), la coloration rose carmin est très pure et générale pour tous les tissus.

Chez les Lactaires, la coloration est double. Les basides sont toujours colorés en rose, mais certaines cellules dans l'hyménium prennent une *teinte bleu foncé*. On reconnaît que ces organes sont des cystides. Les laticifères, si abondants dans ce genre, prennent la même teinte, et l'on voit très facilement la corrélation qui existe entre les laticifères et les cystides, ces dernières n'étant que les prolongements terminaux des premiers à travers la couche hyméniale. Cette relation de continuité entre les cystides et les laticifères, signalée déjà par plusieurs auteurs, est ici clairement démontrée.

La plupart des Lactaires essayés par nous donnent cette réaction, excepté le *L. vo-*

lemus Fr. dont les cystides sont réfractaires. Il est à remarquer que cette espèce est douce et l'un des rares Lactaires comestibles.

La coloration bleue des laticifères et des cystides est obtenue avec la même facilité et presque avec autant d'intensité chez les Russules. Celles dont la chair est très âcre ou poivrée ont des cystides nombreuses, de forme variable, mais toujours colorées en bleu foncé (*R. nigricans* Fr., *R. sardonia* Fr., *R. fœtens* Pers., *R. fragilis* Pers., etc.).

Les espèces de saveur atténuée possèdent aussi des cystides qui se colorent en bleu, mais elles sont plus rares, quelquefois disparaissent, ou ne se colorent plus dans les échantillons vieillis.

Mais il y a des Russules qui ne donnent jamais la coloration bleue des cystides, et, comme c'est un caractère constant, nous avons là un réactif qui peut rendre des services pour la détermination des espèces.

Ce n'est pas seulement dans l'hyménium que le réactif a permis de déceler les cystides, on en retrouve avec les mêmes caractères dans la pellicule du chapeau et quelquefois dans la partie corticale du stipe (*R. ochroleuca* Pers., *R. ochracea* A. et S.).

Ainsi donc, l'emploi du réactif de Ronceray, sans nous donner d'indication sur la nature chimique des corps qui se colorent ainsi différemment, et vers laquelle nous dirigeons actuellement nos efforts, nous permet d'aborder avec facilité l'étude des laticifères et de leurs relations avec les cystides, et nous donne en outre un moyen facile de distinguer certaines espèces voisines les unes des autres.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la fatigue des terres.* Note de MM. **I. Pouget** et **D. Chouchak**, présentée par M. Troost.

On sait que la culture continue des légumineuses fourragères, telles que la luzerne et le trèfle, est impossible : les premières années les récoltes sont bonnes, elles diminuent ensuite peu à peu, et après un temps variable (avec la nature du sol et les procédés culturaux mis en œuvre) elles deviennent si faibles que la culture ne peut être continuée. Le sol est devenu inapte à porter ces végétaux, même après un défrichement ils ne peuvent pas s'y développer : on a coutume de dire que le sol est *fatigué*.

On admet généralement que cette fatigue résulte de l'épuisement du sol en principes nutritifs; toutefois, si cet épuisement est un des facteurs de la fatigue, il en est un autre qui doit avoir une influence prépondérante.

Les animaux ainsi que les végétaux inférieurs, tels que les levures, sécrètent des produits qui gênent leur développement, qui sont pour eux de véritables poisons; il est difficile d'admettre que les végétaux supérieurs fassent exception à cette règle : ils doivent eux aussi excréter des principes toxiques, lorsque le sol qui les porte n'est pas largement aéré; ces produits, en s'y accumulant peu à peu, peuvent provoquer le dépérissement des végétaux.

C'est ce que nous avons vérifié expérimentalement :

60^{kg} à 80^{kg} de terre prélevée dans une vieille luzernière sont épuisés par l'eau distillée; le liquide filtré est évaporé à sec à température aussi basse que possible (au-dessous de 40°). L'extrait ainsi obtenu est divisé en deux parties : l'une est incorporée à de la terre prise dans un champ qui n'a jamais porté de luzerne, l'autre est calcinée et les cendres sont à leur tour mélangées avec une égale quantité de la même terre. Les terres ainsi préparées sont réparties dans des pots d'une contenance de 5^{kg} de terre; un troisième pot, rempli avec la même terre, sans aucune addition, sert de témoin.

Dans certaines expériences, nous avons aussi mis en œuvre un extrait alcoolique de terre de luzerne, et un extrait aqueux de terre n'ayant jamais porté de luzerne et abandonné depuis deux ans à la végétation spontanée.

Nous nous sommes attachés à ce que les pots fussent aussi identiques que possible : même poids de terre au même degré de finesse, même mode de remplissage, même degré d'humidité (20 pour 100). Dans chaque pot la terre repose sur une couche de sable disposée au fond et en communication avec l'air par un tube de verre de 15^{mm} de diamètre.

Tous les pots ont la même tare, il est facile en les mettant sur la balance de suivre journellement la marche de la végétation et de maintenir la terre au même degré d'humidité.

Les graines de luzerne sont mises au germoir, on choisit des plantules aussi identiques que possible, qu'on plante dans la terre des pots; après quelques jours, lorsque la reprise s'est bien effectuée, on supprime tous les plantules qui paraissent anormaux et on laisse le même nombre des autres dans chaque pot. Les terres des divers pots mis en expérience étaient additionnées d'un peu de terre de luzerne pour assurer l'ensemencement des bactéries spécifiques, les racines des plantes portaient toujours des nodosités.

Voici les résultats obtenus :

Années	1904.	1905.		1906.		1907.	
	Poids de la récolte.	Poids de la récolte.	Hauteur moyenne des tiges.	Poids de la récolte.	Hauteur moyenne des tiges.	Poids de la récolte.	Hauteur moyenne des tiges.
	g	g	cm	g	cm	g	cm
Terre sans aucune addition	6,3	14	22	11	23	10 10	17 17,5
Terre + extrait de terre de luzerne calciné	5,9	14	21	»	»	»	»
Terre + extrait de terre de luzerne non calciné	4,5	10 10,5	19 18,5	6	15,5	8 7	16 12
Terre + extrait de terre n'ayant jamais porté de luzerne	»	»	»	»	»	12,5 11,5	23,5 20,5
Terre + extrait alcoolique de terre de luzerne	»	14	22	»	»	»	»

Il en résulte que :

1° L'extrait aqueux de terre de luzerne *calciné* n'a pas produit d'action sensible sur la végétation, bien qu'il réalise un apport de substances minérales nutritives (1);

2° L'extrait aqueux de terre de luzerne *non calciné* produit toujours une diminution de récolte, qui ne peut être attribuée qu'aux matières organiques qu'il contient;

3° L'extrait aqueux de terre abandonné à la végétation spontanée produit un accroissement de récolte, bien qu'il contienne lui aussi des matières organiques.

L'*action nocive de l'extrait de terre de luzerne est donc nécessairement due aux sécrétions de la luzerne elle-même;* leur action est comparable à celles des toxines : nos expériences montrent, en effet, que l'extrait alcoolique de terre de luzerne n'a pas d'action sur la végétation de cette plante; de plus, Kossowitsch, Dumont et Dupont, dans leurs recherches sur les causes de la fatigue des terres pour le trèfle (2) ou la luzerne (3), ont constaté que

(1) Les terres que nous avons mises en expérience étaient riches en acide phosphorique et en potasse ($P^2O^5 = 3,2$ pour 1000; $K^2O = 7,5$ pour 1000), les résultats seraient, sans aucun doute, différents avec des terres pauvres.

(2) Kossowitsch, *Russisches Journal für experimentelle Landwirtschaft,* t. VI, 1905, p. 574.

(3) Dumont et Dupont, *Comptes rendus,* t. CXLIV, 6 mai 1907.

les terres préalablement stérilisées par la chaleur donnaient toujours des rendements supérieurs à ceux des terres non stérilisées.

L'hypothèse émise autrefois par de Candolle, soutenue par Liebig ([1]) et reprise dernièrement par Milton Whitney ([2]) se trouve ainsi expérimentalement vérifiée.

ZOOLOGIE. — *Sur deux hybrides de Paon et de Poule cochinchinoise.* Note de MM. **G. Pays-Mellier** et **E. Trouessart**, présentée par M. E. Perrier.

Les deux Oiseaux que nous avons l'honneur de placer sous les yeux de l'Académie pourraient mettre en défaut la sagacité des ornithologistes, si nous ne nous hâtions de dire que ce sont deux hybrides. Le père est un Paon, la mère une Poule de la race dite *cochinchinoise* (*Pavo cristatus* var. *nigripennis* × *Gallus gallus* var. *sinensis*).

A notre connaissance, c'est la première fois que cet intéressant croisement est obtenu, ou tout au moins signalé à l'attention des naturalistes.

Un éleveur de Loches (Indre-et-Loire) avait réuni par hasard dans une très petite volière un Paon nigripenne et une jeune et très grosse Poule cochinchinoise. Celle-ci pondit deux œufs d'où sortirent des poussins très différents de leur mère, et dont l'un de nous (M. Pays-Mellier) fit l'acquisition, alors qu'ils étaient âgés de 4 mois. Les deux Oiseaux ont vécu 2 ans dans le parc de *La Pataudière;* mais, l'un d'eux étant mort, le survivant fut envoyé à la ménagerie du Muséum de Paris, où il a figuré quelque temps dans les parquets de la Faisanderie.

On sait que les hybrides sont assez faciles à obtenir dans la famille des *Phasianidæ*. Le genre *Phasianus* se croise avec les genres *Chrysolophus, Gennæus, Catreus* qui en sont très voisins, et de plus avec les genres *Gallus, Acomus, Lophura, Tragopan* qui en sont plus éloignés. Le Coq (*Gallus*) se croise avec la Pintade (*Numida*), et l'hybride de *Pavo cristatus* avec *Numida meleagris* est connu depuis longtemps ([3]). Quant aux hybrides de Hocco (*Crax Alberti*) et de Poule signalés par Aquarone, et qui seraient le résultat du croisement d'Oiseaux appartenant à deux familles différentes, ils doivent être considérés comme très douteux ([4]).

([1]) J. Liebig, *Lettres sur l'Agriculture moderne,* 7e lettre.

([2]) Milton Whitney, *La fertilité du sol,* 1907.

([3]) Hocker, *Journal für Ornithol.,* 1870, p. 152.

([4]) Aquarone, *Bull. Soc. Acclimat.,* 1869, p. 357. D'après l'auteur lui-même, ces prétendus hybrides ne différaient en rien de leur mère

Nos deux hybrides de Paon et de Poule présentent des caractères qui ne permettent pas de mettre en doute leur origine. Bien que pondus et couvés par une Poule à formes lourdes et ramassées, leurs proportions, beaucoup plus élégantes, sont celles du Paon. Comme celui-ci, ils sont pourvus d'ailes allongées qui leur permettaient de voler, tandis que celles de la mère, courtes et atrophiées, sont tout à fait impropres au vol. A la Pataudière, tant qu'on les a laissés en liberté, ils cherchaient, comme les Paons, à se percher sur les bâtiments les plus élevés. Tous deux sont des mâles à ergots très développés ; cependant, ils n'ont jamais fait entendre le cri perçant et si désagréable du Paon. En outre, ils étaient incapables de relever leurs couvertures caudales à la manière de ce dernier.

Les formes de ces deux Oiseaux sont celles d'un jeune ou d'une femelle de Paon ; par l'apparence de la queue, ils rappellent aussi les Phasianidés du genre *Crossoptilon*. Le bec, de la longueur de la tête, est celui du Paon ; le tour des yeux n'est pas nu, mais couvert d'une peau mince avec des papilles et des plumes rudimentaires ; le sommet de la tête porte une courte huppe de trois ou quatre plumes n'ayant pas plus de 15^{mm} de long ; le cou est grêle ; les ailes sont grandes, allongées ; les couvertures de la queue, plus longues que chez la femelle du Paon, dépassent largement les rectrices en arrière et sur les côtés, et donnent à cette queue un aspect voûté, en forme de coquille, qui ne manque pas d'élégance. Les rectrices, complètement cachées par ces couvertures, sont le seul caractère que ces Oiseaux semblent tenir de leur mère ; en effet, les pennes caudales sont au nombre de 14 comme chez la Poule (et non de 18 comme chez le Paon) ; la queue est étagée, cunéiforme, et les pennes sont plus fortement cintrées en dedans que chez le Paon, mais non disposées en toit comme chez la Poule. Les rectrices et les couvertures caudales sont coupées carrément à leur extrémité. Les tarses sont robustes, non plumeux et les ongles sont recourbés, comme chez le Paon, et non aplatis comme chez le Coq cochinchinois. En résumé l'influence du père semble prépondérante sur celle de la mère.

Les deux hybrides ne diffèrent que par la taille et les couleurs. Le plus grand (98^{cm} de la pointe du bec à l'extrémité de la queue) représente le type blond ou roux et, par conséquent, tient, sous ce rapport, de sa mère. Le plumage est écaillé de roux et de blanc, toutes les plumes étant brunes à leur base, rousses dans leur milieu et terminées de blanc. Cette dernière couleur prédomine sur la tête, le cou, les couvertures de l'aile et le ventre. Les larges couvertures caudales sont, le long du rachis, noires, irisées de violet, puis rousses sur leur bord et terminées de blanc. L'extrémité des barbules est décomposée. L'ensemble de ce plumage est très agréable à l'œil.

Le second hybride représente le type brun et, par suite, se rapproche davantage

du jeune ou de la femelle du Paon; il n'a que 91^{cm} de longueur totale. Ici le roux est remplacé par un brun châtain finement strié de noir, avec quelques rares taches blanches sur la tête, les ailes et le ventre; les couvertures caudales présentent également des reflets violacés et une bordure terminale blanche.

Les conditions dans lesquelles ces deux hybrides ont été obtenus par hasard sont faciles à reproduire. Il suffit d'enfermer ensemble deux jeunes, mâle et femelle, d'espèces différentes, en les séparant avec soin des individus de l'autre sexe appartenant à leur propre espèce. Toutefois, et si intéressants que soient ces croisements, surtout entre deux genres aussi différents que *Pavo* et *Gallus*, les éleveurs devront se rappeler que toute tentative pour créer par ce moyen des formes intermédiaires durables semble illusoire. L'expérience a montré que les hybrides ainsi obtenus sont presque toujours stériles; et dans les cas assez rares où l'on a réussi à les faire se reproduire entre eux, on a pu constater que leur fécondité s'éteignait dès la deuxième ou la troisième génération.

ZOOLOGIE. — *Histolyse des muscles de mise en place des ailes, après le vol nuptial chez les Fourmis.* Note de M. **Charles Janet**, présentée par M. Alfred Giard.

Il y a, chez les Insectes, au point de vue histologique, des muscles de deux sortes. Ceux de la première produisent des mouvements relativement lents; on les appelle *muscles ordinaires*. Ceux de la deuxième produisent de véritables vibrations; on peut, pour ce motif, les appeler *muscles vibrateurs*.

Chez les Insectes dépourvus d'ailes, et représentant, mieux que les autres, les formes ancestrales (Aptérygotes), il n'y a que des muscles de la sorte ordinaire.

L'acquisition de la faculté de voler s'est faite au moyen de ces muscles ordinaires, et ces muscles sont restés tels chez tous les Insectes pourvus d'ailes à battements lents, par exemple, chez les Lépidoptères.

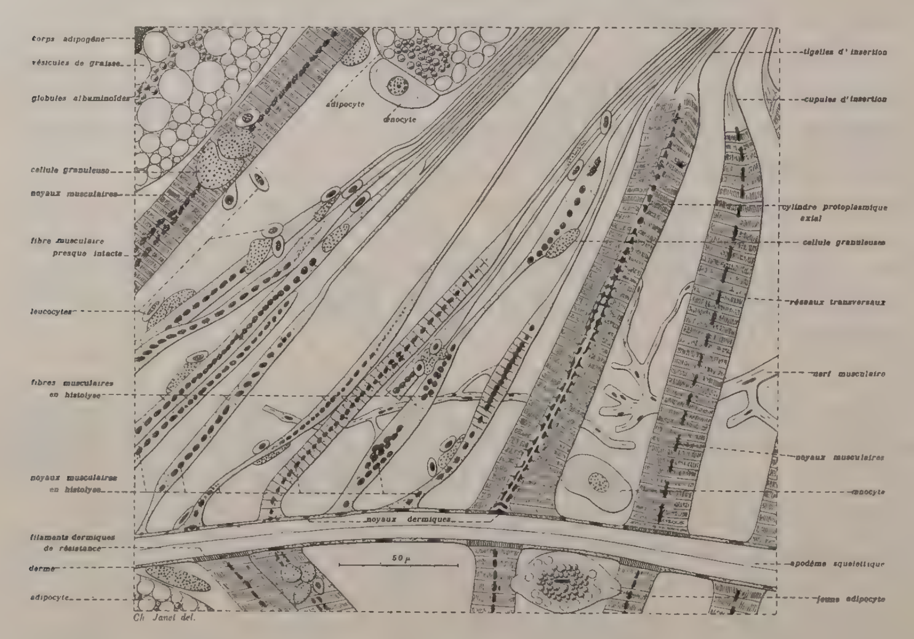
Chez d'autres Insectes, au contraire, les mouvements des ailes ont pris une allure de plus en plus rapide qui a fini par devenir une véritable vibration, et la structure de la cellule musculaire productrice de ces mouvements s'est transformée en conséquence (Coléoptères, Hyménoptères, Diptères).

Il y a là un fait important de l'évolution phylogénésique de la classe des Insectes, qui pourrait se traduire par une division des Ptérygotes en deux

groupes comprenant : l'un, les Ptérygotes à muscles du vol de la sorte ordinaire ; l'autre, les Ptérygotes à muscles vibrateurs.

Après avoir étudié [1] le processus de la disparition des muscles vibrateurs du vol chez les reines des Fourmis, il était intéressant d'examiner quel est, chez ces mêmes Insectes, le sort des muscles de mise en place des ailes, muscles qui, eux, sont de la sorte dite *ordinaire*.

Comme les muscles vibrateurs, ils deviennent sans emploi après la chute des ailes et, à la suite d'une sorte de sénescence précoce, ils sont, à leur tour, frappés de bionécrose. Ils sont ensuite liquéfiés sous l'action digestive des diastases contenues dans le liquide cavitaire ; mais cette digestion est plus tardive et plus lente.



La figure ci-dessus donne un bon exemple de l'état dans lequel se trouve, chez la reine de *Lasius niger*, 10 mois après le vol nuptial, celui des muscles de mise en place de l'aile dans lequel la dégénérescence m'a semblé marcher le plus rapidement.

Le début de l'histolyse consécutive à la nécrobiose est marqué par l'élargissement du cylindre sarcoplasmique axial dans lequel les noyaux sont logés et par la forme arrondie que prennent ces derniers.

Ensuite, la striation de la fibre s'atténue de plus en plus. Les réseaux transversaux

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLIV, p. 393.

persistent, cependant, assez longtemps, et l'on en voit encore des traces dans les fibres dont l'histolyse est assez avancée.

Par suite du progrès de la dégénérescence, la substance musculaire se transforme en un magma semi-fluide, qui se liquéfie peu à peu et, par suite, diminue de volume.

Le sarcolemme, c'est-à-dire l'enveloppe de la volumineuse cellule à noyau fragmenté qui constitue la fibre musculaire ordinaire, n'est pas détruit par le processus histolytique. Il emprisonne le magma de dégénérescence et laisse sortir, seulement par exosmose, les produits de sa liquéfaction.

Le tube formé par le sarcolemme, n'étant plus rempli que de substances semi-fluides et de liquides, a perdu sa résistance primitive. Il se laisse dévier et aplatir sous la pression des organes voisins, et, en particulier, des adipocytes. Le magma et les noyaux sont alors refoulés vers les parties non comprimées. Même en l'absence de ces pressions extérieures, le magma non encore liquéfié et les noyaux qu'il entraîne tendent à s'amasser en une ou deux régions du tube, et ils y produisent des renflements très prononcés.

Par suite du ramollissement de la substance musculaire et de l'élargissement du cylindre axial dans lequel étaient emprisonnés les noyaux, ces derniers, n'étant plus comprimés latéralement par le réticulum contractile du myoplasme, perdent leur forme cylindrique allongée et, comme nous l'avons vu, tendent, de bonne heure, à devenir sphériques.

Bien qu'ils ne soient plus maintenus latéralement, les chapelets de noyaux en histolyse peuvent cependant rester à peu près à leur place primitive jusqu'au moment de leur disparition. Souvent, ces chapelets se sectionnent en tronçons qui, chevauchant les uns sur les autres, se réunissent en groupes irréguliers.

Les noyaux bionécrosés résistent assez longtemps à l'histolyse. Ils finissent, cependant, par perdre leur membrane, et leur chromatine se dissout alors assez rapidement dans le liquide histolytique.

Finalement, les sarcolemmes ne forment plus que des tubes de diamètre réduit et complètement vidés. Ces tubes se retrouvent jusque chez les plus âgés des individus que j'ai étudiés. Ils semblent persister, jusqu'à la fin de l'existence, et continuer à fournir ainsi un support aux ramifications trachéennes qui desservaient les fibres et aux éléments circulant librement dans le sang.

Cette histolyse des fibres musculaires ordinaires n'est, pas plus que celle des muscles vibrateurs étudiée précédemment, accompagnée de phagocytose.

On voit bien, autour des fibres dégénérées, des leucocytes et des cellules granuleuses, mais ni les uns, ni les autres ne perforent le sarcolemme qui reste intact depuis le moment de la nécrobiose jusqu'à la disparition de toute trace de substance musculaire. D'ailleurs, dans les centaines de leucocytes que j'ai examinés, je n'ai pas vu un seul fragment solide phagocyté. Quant aux cellules granuleuses, qui me paraissent être des cellules trachéales, elles

sont identiques à celles que je retrouve, dans toutes les régions du corps, bien avant le début et bien après l'achèvement de toute histolyse.

BIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Les variations périodiques du signe du phototropisme chez les Pagures misanthropes.* Note de Mlle **Anna Drzewina**, présentée par M. Alfred Giard.

En étudiant, à la station biologique d'Arcachon, diverses réactions des Pagures misanthropes (*Clibanarius misanthropus* Risso), j'ai été amenée à constater une curieuse périodicité de quinzaine, se manifestant par le changement de signe du phototropisme, chez les animaux soustraits aux oscillations de la marée. Ceux-ci ont toujours été recueillis dans le même endroit, au pied du débarcadère d'Arcachon, sur les débris d'une vieille colonne en fonte recouverts de Balanes, n'émergeant jamais en morte eau.

Les expériences ont duré du 5 au 29 septembre; pendant ce laps de temps, où les conditions de température, d'éclairement, etc., n'ont guère varié d'un jour à l'autre, cinq lots de 15 à 30 individus, recueillis à des intervalles irréguliers, ont été mis en observation : lot A, pris à la marée du 5 septembre; lot B, recueilli le 7; lot C, le 12; lot D, le 19 et enfin lot E, le 23 septembre. Chaque lot a été placé dans une cuvette en verre, dont la moitié dirigée du côté de l'ombre était recouverte d'un voile noir.

Tous les jours, à différentes heures de la matinée et de l'après-midi, on notait, en plaçant les animaux soit dans la moitié éclairée, soit sous le voile, le nombre d'individus qui passaient de la lumière à l'ombre, et inversement. La tendance des animaux à aller soit à l'ombre, soit à la lumière, se précise nettement dès le début de chaque expérience. Dans le cas du phototropisme négatif, par exemple, dès que l'on place les animaux dans la partie éclairée de la cuvette, ils se mettent aussitôt en branle et, au bout de quelques minutes, se rangent tous du côté de l'ombre; si l'on renverse alors les conditions, en recouvrant d'un voile la partie éclairée, ils passent rapidement sous le voile; on peut ainsi les faire changer de place plusieurs fois de suite. Il est à noter que dans chaque lot il y a quelques individus, toujours les mêmes, qui, au point de vue de leur phototropisme, se comportent différemment des autres.

				Grande marée.							Morte eau.						Grande marée.				
Septembre.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.	21.	22.	23.	24.	25.	26.
Hauteur maxima.......	34	37	39	40	41	41	40	39	37	34	32	31	31	34	37	41	43	44	44	43	41	38
Basse mer.............					midi								6h						midi			
Lots A................	+	+	+	+	±	−	−	−	−	−	−	−	±	+	+	+						
» B................			+.	+	±	−	−	−	−	−	−	−	±	+	+	+						
» C................								−	−	−		−	±	+	+	+	±	−	−	−	−	−
» D................															+	+	+	−	−	−	−	−
» E................																			±	±	−	−

Le Tableau précédent montre que les Misanthropes placés en aquarium présentent des variations régulières du signe du phototropisme, variations sensiblement parallèles aux oscillations de quinzaine de la marée. Pendant la période correspondant à la morte eau, les Pagures dans l'aquarium ont un phototropisme négatif marqué et très constant; ceci a été par exemple très frappant dans les journées du 14 au 17 septembre. Dans la nature, immédiatement après la morte eau, on n'en trouve encore que très peu, la plupart restant cachés dans les anfractuosités obscures. A mesure que les marées deviennent plus fortes, le phototropisme des Pagures tend à changer de signe et devient franchement positif dans la période correspondant à la vive eau, aussi bien dans l'aquarium que dans la nature : le jour de la forte marée on les voit grimper souvent à des hauteurs considérables sur les pilotis du débarcadère.

Le parallélisme entre les mouvements de quinzaine de la marée et la périodicité du phototropisme suggère l'idée d'un certain rapport entre ces deux phénomènes : il est possible que, dans la nature, afin d'éviter une submersion, les Misanthropes en vive eau s'élèvent à des hauteurs de plus en plus considérables et offrent ainsi un phototropisme positif qui se maintiendrait, du moins un certain temps, dans l'aquarium, à la suite d'un rythme acquis; en morte eau, un phénomène inverse aurait lieu. Une autre hypothèse serait plausible : on remarquera que, dans le laps de temps correspondant au phototropisme négatif, la mer est la plus basse entre midi et 6^h du soir, soit à une période de la journée où la chaleur est la plus intense ; le phototropisme négatif permettrait aux Pagures d'éviter une dessiccation excessive. Seule, une étude longuement suivie des variations régulières du phototropisme chez les Misanthropes et chez d'autres animaux littoraux qui probablement les présentent également à un degré plus ou moins prononcé, rendrait possible une explication quelque peu suffisante de ce phénomène que, pour le moment, je me borne simplement à signaler à l'attention des biologistes.

Il est à noter, en terminant, que dans les journées où s'effectue le changement du signe du phototropisme, celui-ci présente des oscillations qui semblent correspondre aux mouvements diurnes de la marée.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *De l'action des ichtyotoxines sur le système nerveux des animaux immunisés contre ces substances. Contribution à l'étude de l'immunité.* Note de M. E. Gley, présentée par M. Bouchard.

Dans plusieurs Notes présentées à l'Académie (1) nous avons étudié, L. Camus et moi, l'immunité naturelle et acquise contre l'action toxique du sérum d'Anguille; nous avons montré, entre autres faits, que le sérum sanguin des animaux immunisés a acquis une propriété antihémolytique, c'est-à-dire qu'il s'oppose *in vitro* et *in vivo* à l'action globulicide du sérum d'Anguille; que ce mécanisme, en lequel consiste essentiellement l'immunité acquise, est très différent de celui de l'immunité naturelle, qui tient à une propriété cellulaire, à une résistance naturelle des hématies au poison, chez diverses espèces animales; qu'il est possible de superposer à cette immunité naturelle ou *cytologique* l'immunité *humorale;* etc.

Pour l'étude de l'immunité en général, c'est une question importante de savoir si et dans quelle mesure tous les organes qui subissent l'action d'une toxine quelconque, poison bactérien, venin ou sérum toxique, sont devenus résistants à cette action, chez les animaux immunisés (2). Comment se comporte à cet égard le système nerveux pour lequel des sérums toxiques, tels que le sérum d'Anguille, sont si particulièrement nocifs? J'ai procédé à cette recherche de la façon suivante. La méthode employée peut évidemment être appliquée à l'étude d'autres toxines.

---

(1) L. Camus et E. Gley, *De l'action destructive d'un sérum sanguin sur les globules rouges d'une autre espèce animale. Immunisation contre cette action* (*Comptes rendus,* t. CXXVI, 31 janvier 1898, p. 428). — *Sur le mécanisme de l'immunisation contre l'action globulicide du sérum d'Anguille* (*Ibid.,* t. CXXVII, 8 août 1898, p. 330). — *Expériences concernant l'état réfractaire au sérum d'Anguille. Immunité cytologique* (*Ibid.,* t. CXXIX, 24 juillet 1899, p. 231). — *Action hématolytique et toxicité générale du sérum d'Anguille pour la Marmotte* (*Ibid.,* t. CXL, 26 juin 1905, p. 1717).

(2) Nous avons montré, en 1893, Charrin et moi (*Comptes rendus de la Société de Biologie,* 25 novembre 1893, p. 921), que la toxine pyocyanique paralyse les appareils nerveux vaso-dilatateurs, chez les animaux vaccinés comme chez les normaux. En 1898, Em. Roux et A. Borrel (*Annales de l'Institut Pasteur,* t. XII, 1898, p. 225-239) ont constaté ce fait très intéressant que les Lapins immunisés contre le tétanos sont rendus aussi facilement tétaniques que les animaux normaux, par injection d'une minime quantité de toxine tétanique dans le cerveau même; ainsi le cerveau d'un animal immunisé n'a pas l'immunité.

Connaissant la toxicité de ce sérum en injection intra-veineuse chez le Lapin [1], j'ai déterminé cette toxicité sur le même animal en injectant le sérum directement dans le liquide céphalo-rachidien, à travers la membrane occipito-atloïdienne; j'ai ensuite cherché si, chez des animaux préalablement immunisés, cette toxicité n'est plus la même. Voici les résultats essentiels de ces expériences.

Le sérum d'Anguille, introduit par cette voie, est dix fois plus toxique que par la voie veineuse, car il suffit de $0^{cm^3},02$ par kilogramme (au lieu de $0^{cm^3},2$) pour tuer un Lapin en un laps de temps variant de 5-10 minutes à 1 ou 2 heures; si le sérum est frais et très actif, il suffit même de $0^{cm^3},01$ par kilogramme. Les principaux accidents sont les suivants : après une courte période d'excitation, l'animal, paralysé ou parésié, tombe sur le flanc et, dans cette position, présente des mouvements cloniques plus ou moins violents, de la polypnée, puis de la dyspnée, du myosis, de la salivation. La mort arrive par arrêt respiratoire.

Or, chez les animaux immunisés à la suite d'injections intra-veineuses de petites doses de sérum d'Anguille, les accidents sont les mêmes et se terminent par la mort dans les mêmes délais. Un fait à noter, c'est que chez un seul de ces animaux on a constaté du myosis; les autres n'en ont pas présenté. Cependant le myosis est un des signes les plus rapides et les plus sûrs de l'intoxication par le sérum d'Anguille. Il y aurait donc immunité pour cet accident ou immunisation légère du système nerveux se traduisant par cette résistance à l'une des actions de la *neurotoxine* qui se trouve dans le sérum d'Anguille.

Je dois signaler deux exceptions constatées au cours de ces expériences. Un Lapin, ayant reçu $0^{cm^3},01$ par kilogramme, a survécu après avoir présenté durant 1 heure les phénomènes convulsifs, les troubles respiratoires et le myosis qui sont de règle. Il ne devait être cependant que faiblement immunisé, n'ayant reçu que deux injections intra-veineuses du sérum toxique, ce qui, d'après nos expériences antérieures, est insuffisant pour amener l'animal à un degré élevé d'immunisation. Il s'est agi probablement ici d'un animal particulièrement résistant. L'autre exception concerne un Lapin dont l'immunité a été éprouvée par une injection intra-veineuse, sûrement mortelle, à laquelle il résista; cet animal reçoit, sous la membrane occipito-atloïdienne, $0^{cm^3},01$ de sérum par kilogramme; il présente pendant près de 1 heure les accidents habituels, puis il se remet; 2 jours après, on lui injecte $0^{cm^3},02$ de sérum; il meurt en 9 minutes 30 secondes (sans avoir eu de myosis).

Il ne semble pas que ces deux observations puissent restreindre la conclusion générale qui ressort de toutes ces expériences, à savoir que le système nerveux central des animaux immunisés contre le sérum d'Anguille n'a pas l'immunité ou, du moins, n'acquiert qu'une très faible immunité.

---

[1] Voir sur ce point L. Camus et E. Gley, *Recherches sur l'action physiologique du sérum d'Anguille. Contribution à l'étude de l'immunité naturelle et acquise* (*Arch. intern. de Pharmacodynamie*, t. V, 1898, p. 247-305).

Celle-ci paraît donc ne se manifester que lorsque la toxine pénètre dans le sang, où elle est neutralisée par l'antitoxine formée dans l'organisme au cours de l'immunisation ou dont elle disparaît en vertu de quelque autre processus qu'il n'y a pas lieu d'examiner ici.

J'ai fait des recherches semblables avec le sérum de Torpille, dont j'ai antérieurement montré les actions toxiques (¹).

La toxicité de ce sérum, injecté par la voie intra-rachidienne, est aussi dix fois plus grande environ que sa toxicité en injection intra-veineuse ($0^{cm^3},2$ par kilogramme au lieu de 2^{cm^3}). Les accidents consistent surtout en attaques convulsives, toniques et cloniques, dyspnée, myosis, salivation; les phénomènes paralytiques sont plus rares, sauf quand les animaux ont reçu une faible dose permettant une survie de plusieurs jours. Il se développe alors une affection médullaire, caractérisée par de la parésie, un épuisement se produisant rapidement quand on force l'animal à se déplacer et tel que celui-ci tombe alors paralysé, une démarche spasmodique, etc. Je n'ai pu faire qu'un très petit nombre d'expériences sur des animaux immunisés (²); les accidents ont été les mêmes et la mort est survenue dans des délais analogues.

D'autre part, les animaux qui ont reçu à plusieurs reprises dans le liquide céphalo-rachidien de petites doses de sérum de Torpille ne résistent pas à la dose toxique. Il ne semble pas que l'immunisation puisse se faire par cette voie. — J'ai d'ailleurs entrepris quelques essais semblables d'immunisation du système nerveux contre le sérum d'Anguille; l'insuccès, jusqu'à présent, a été le même. Ce qu'il n'est pas sans intérêt de constater au point de vue des mécanismes de l'immunisation.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur l'influence favorable de petites doses de zinc sur la végétation du* Sterigmatocystis nigra *V. Tgh*. Note de M. Maurice Javillier.

Dans la remarquable étude que publia Raulin en 1870 *Sur le développement d'une Mucédinée dans un milieu artificiel*, ce savant attira l'attention sur

(¹) E. Gley, *Recherches sur le sang des Sélaciens. Action toxique du sérum de Torpille* (*Comptes rendus*, t. CXXXVIII, 13 juin 1904, p. 1547).

(²) Les expériences d'immunisation demandent, en effet, un assez long temps. Or, malgré toutes les précautions d'asepsie et de conservation au froid, le sérum de Torpille perd graduellement de sa toxicité. Ces expériences ne pourraient être poursuivies dans les conditions nécessaires d'exactitude que dans un laboratoire maritime. — Je profite de l'occasion qui m'est offerte pour remercier M. le Dr Sellier, directeur adjoint de la Station biologique d'Arcachon, à l'obligeance duquel je dois le sérum de Torpille dont j'ai eu besoin.

le rôle considérable que certains éléments chimiques peuvent jouer dans la végétation, à doses extrêmement faibles. Il montra en particulier que l'addition d'une dose déterminée de zinc aux milieux de culture de l'*Aspergillus niger* Cr. (*Sterigmatocystis nigra* V. Tgh.) augmente dans de grandes proportions le poids des récoltes.

En 1903, M. H. Coupin [1] reprend les expériences de Raulin dans des conditions apparemment plus rigoureuses que celles de ce savant, en cultivant l'*Aspergillus* non dans des cuvettes plates, mais dans des matras stériles, en supprimant par conséquent pour la Mucédinée la lutte avec les autres êtres vivants. A propos du zinc il arrive à cette conclusion : le zinc n'est d'*aucune utilité* dans la nutrition du *Sterigmatocystis nigra*, et il interprète les résultats de Raulin en admettant que le sulfate de zinc, agissant comme antiseptique, empêche, dans les cultures non stérilisées, le développement des organismes étrangers et favorise en cela celui du *Sterigmatocystis*.

A l'occasion d'un travail d'ordre plus général j'ai été conduit à reprendre la question de l'influence du zinc sur cette moisissure. Les résultats auxquels cette étude m'a conduit confirment, et au delà, les conclusions de Raulin.

Technique. — On prépare du liquide de Raulin sans sulfate de zinc. Chacun des corps employés est pur; on a vérifié qu'aucun d'eux ne contient de zinc par la méthode très sensible du zincate de calcium dont nous avons, M. G. Bertrand et moi, indiqué la technique [2]. L'eau distillée a été redistillée dans un appareil en verre et sous pression réduite.

Ce liquide est réparti, par 250^{cm^3}, dans des matras de 2^l, ou mieux dans des fioles d'Erlenmeyer de $1^l,5$. Les récipients ont été soigneusement nettoyés à l'acide sulfurique chaud et lavés à fond avec de l'eau redistillée très pure. On introduit le zinc à l'état de sulfate dans les proportions ci-dessous indiquées dans ceux de ces matras qui en doivent contenir. On bouche à l'ouate. On stérilise par chauffage à l'autoclave à 115° pendant une demi-heure. On ensemence aseptiquement chacun des matras avec des spores d'*Aspergillus niger* prélevées largement sur une culture pure de cette Mucédinée cultivée sur un milieu privé de zinc. On agite pour répartir uniformément la semence. On porte les matras au thermostat réglé à 34°. Après 4 jours on arrête les cultures. On retire les mycéliums, dont on lave soigneusement la surface inférieuret on les presse à la main, puis on les sèche à l'étuve à 105° jusqu'à poids aussi constan, que possible.

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXVI, 1903, p. 392.

(2) *Comptes rendus*, t. CXLIII, 1906, p. 900 et t. CXLV, 1907.

Voici quelques essais faits avec du liquide de Raulin normal (série A) et avec ce même liquide privé de zinc (série B) :

Série A...........	4^g,59	4^g,10	4^g,27	4^g,47
» B............	1,46	1,80	1,45	1,61
Rapport $\frac{A}{B}$.........	3,1	2,3	2,9	2,8

L'action favorisante du zinc est manifeste.

Veut-on maintenant déterminer expérimentalement la dose optima de zinc qu'il convient d'introduire dans la culture pour obtenir le maximum de rendement, on arrive alors à des résultats inattendus. Cultivons la moisissure sur des séries de milieux de culture renfermant des quantités croissantes de Zn, de $\frac{1}{10}$ de milligramme à 10^{mg}. On observe que les rendements en poids sec de Mucédinée sont sensiblement égaux, les chiffres oscillant autour d'une moyenne qui est, pour les cultures en matras, de 4^g,35 (chiffres extrêmes 4^g,10 et 4^g,60) et, pour les cultures en fioles d'Erlenmeyer, de 4^g,70 (chiffres extrêmes 4^g,60 et 4^g,79). Ainsi pour des variations de la teneur en zinc des milieux de culture s'étendant sur une échelle déjà vaste, de 1 à 100, la Mucédinée manifeste une parfaite indifférence.

Si l'on veut observer la courbe d'accroissement due à l'introduction du zinc, il faut ajouter au milieu de culture des doses de zinc extrêmement petites, au-dessous de 0^g,0001, et si l'on veut, d'autre part, observer l'influence nocive d'un excès de ce corps, il faut ajouter au milieu de culture des doses relativement fortes, au-dessus de 0^g,010, si bien que la Mucédinée nous apparaît, pour les doses extrêmes, très sensible, pour les doses moyennes, très indifférente à la présence du zinc.

Je citerai seulement ici, à titre d'exemples, deux des expériences réalisées dans cette direction :

Zn introduit.	Poids secs des mycéliums.	Zn introduit.	Poids secs des mycéliums.
g	g	g	g
0..................	1,91	0................	1,62
0,000005.........	2,53	0,001..............	4,47
0,00001..........	2,81	0,010..............	4,32
0,000015..........	3,20	0,025..............	3,95
0,00002...........	3,63	0,050..............	3,74
0,000025..........	4,45	0,075..............	2,60
0,00003...........	4,22	0,100..............	0,60

Entre $0^g,000025$ et $0^g,010$ de zinc dans le milieu de culture, c'est-à-dire à des dilutions comprises entre $\frac{1}{10000000}$ et $\frac{1}{25000}$, les récoltes atteignent leur poids maximum. Nous sommes loin, comme l'on voit, de la dose optima de zinc indiquée par Raulin.

Le zinc, à la dose de 25 *millièmes de milligramme*, a suffi pour déterminer la construction de $2^g,54$ de Mucédinée, soit 140000 fois son poids. (Raulin donne comme coefficient d'utilité de l'oxyde de zinc le chiffre 953.) Une dose encore plus petite de zinc améliore très notablement la récolte, puisque nous voyons 5 *millièmes de milligramme* augmenter celle-ci de $0^g,62$, c'est-à-dire construire plus de 100000 fois son poids de moisissure.

L'*Aspergillus* utilise ainsi du zinc qui se trouve dans son milieu de culture à l'énorme dilution de $\frac{1}{50000000}$.

Ces faits ne sont pas les seuls que j'aie observés au cours de ces expériences, d'autres trouveront place dans un Mémoire plus étendu.

Il m'a paru intéressant de rétablir dès maintenant une notion importante que les conclusions de M. Coupin avaient compromise.

Il est juste d'observer que les expériences de cet auteur comportaient les conclusions qu'il en a tirées. Il me paraît évident que M. Coupin, à son insu, soit par les sels du milieu de culture, soit par le sucre, soit par l'eau distillée, soit même par le verre des matras, introduisait du zinc. Il faut avouer qu'il est impossible, par les méthodes chimiques, de retrouver 2 ou 3 centièmes de milligramme de zinc, et cette dose, nous l'avons vu, suffit pour laisser passer le phénomène inaperçu. Les êtres vivants constituent des réactifs d'une singulière sensibilité.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Sur la présence du phosphore dans la matière grasse des microbes*. Note de M. E. **Alilaire**, présentée par M. E. Roux.

Le fait de la présence de lécithine dans un ferment acétique industriel, que j'ai signalé antérieurement (*Comptes rendus*, 16 juillet 1906), m'a tout naturellement conduit à rechercher si j'avais eu affaire à un cas particulier, ou si toutes les bactéries en général renferment une graisse phosphorée analogue.

Je dois à l'obligeance de M. Nicolle d'avoir pu opérer sur une quantité relativement considérable de différents microbes connus, qui ont été obtenus en culture jeune par sa méthode (*Ann. de l'Institut Pasteur,* août 1906); ces cultures sont composées uniquement de corps microbiens et l'autolyse y est réduite à un minimum.

Les microbes récoltés et pesés à l'état humide ont été déshydratés par

l'acétone anhydre, puis épuisés par ce dissolvant bouillant. Le reste des corps de microbes a été recueilli dans des creusets de Gooch, puis séché et pesé; d'autre part, le liquide a été évaporé dans une fiole tarée et le résidu séché dans le vide jusqu'à poids constant, afin de permettre de doser la matière extraite.

On peut ainsi savoir le poids des microbes, humides et secs, sur lesquels on a opéré, et l'on constate un premier fait intéressant, à savoir que, malgré la grande diversité des microbes étudiés, la proportion d'eau qu'ils renferment est à peu près constante et comprise entre 75 et 80 pour 100, c'est-à-dire que leur teneur en eau est celle qui a été signalée par divers savants pour la chair musculaire des Vertébrés.

La graisse impure enlevée aux microbes par l'acétone a été reprise par le chloroforme, qui a laissé comme résidu de son évaporation une substance grasse, jaune foncé, azotée et phosphorée, que j'ai étudiée telle quelle, vu sa faible quantité, qui ne permettait pas une purification ultérieure. (En opérant sur 2^g à 3^g de microbes humides, j'ai obtenu en moyenne 3^{cg} à 4^{cg} de matière grasse soluble dans le chloroforme.)

Dans chaque cas, le phosphore a été recherché et généralement dosé dans la graisse obtenue; on l'a isolé sous forme de phosphomolybdate d'ammoniaque après traitement de cette graisse en tube scellé par l'acide nitrique fumant. J'ai trouvé du *phosphore dans la graisse de tous les organismes étudiés,* sauf un seul, la *chlorella vulgaris*, qui est cependant plus riche que les autres en graisse, mais que la présence de chlorophylle permet de ranger à part.

Le phosphore ainsi trouvé semble engagé dans des formes particulières de lécithine, car, contrairement à ce que j'ai observé pour le ferment acétique (*loc. cit.*), je n'ai en aucun cas obtenu, après saponification, la réaction de la choline (iodocholine).

Voici les proportions centésimales de phosphore, exprimé en PO^4H^3, trouvées dans les diverses graisses étudiées :

	PO^4H^3. pour 100.		PO^4H^3. pour 100.
B. de la Morve	8	*B. Coli*	2,5
B. du Choléra des Poules	7,5	Levure haute	2
V. du Choléra	7,5	*B. prodigiosus* (path.)	1,5
B. de Shiga	5	B. de la Psittacose	1,5
Proteus vulgaris	5	B. de la Tuberculose	1
B. typhique	3,5	B. de la Dipthérie	0,5
B. du Charbon (aspor.)	3	B. pyocyanique	0,5
B. de la Pseudo-Tuberculose	2,5	B. de la Lymphangite (Nocard)	0,5
B. de Friedländer	2,5	*Chlorella vulgaris*	néant

J'ai reconnu aussi, mais qualitativement seulement, la présence du phosphore dans la graisse des microbes suivants : B. de la peste, streptocoque, pneumocoque, gonocoque, méningocoque.

En dehors du fait général de la présence du phosphore dans la graisse de tous les microbes étudiés, qui se dégage des recherches que je viens d'exposer, il ne faudrait pas attribuer aux proportions de phosphore trouvées une trop grande importance, parce que nous ne possédons pas actuellement de méthode qui permette d'extraire à coup sûr la totalité de la matière grasse.

Cette extraction complète par un dissolvant déterminé dépend, en effet, de la nature du contenu des cellules et de la perméabilité de leur enveloppe.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Conditions d'hydrolyse des protoplasmides.* Note de MM. **A. Étard** et **A. Vila**, présentée par M. E. Roux.

I. La segmentation des tissus azotés sous l'influence d'agents chimiques capables de rompre leurs liens premiers est mal connue. Le plus souvent ce sont des ions acides ou basiques qui accomplissent ce travail de pénétration de l'eau dans les composés quaternaires. Comme tous les degrés d'hydrolyse sont possibles, le dernier est fixé, selon l'usage, par la disparition de couleur de biuret. On n'a plus alors à considérer que des débris moléculaires relativement simples appartenant à la Chimie organique et éloignés des assemblages complexes de la vie.

Une éthérification est une perte d'eau; son inverse, une hydrolyse, est toujours une saponification. A ce point de vue les protoplasmes sont des éthers qu'on hydrate et qui, par conséquent, augmentent fortement de poids. L'expérience montre qu'il n'en est jamais ainsi. La matière semble disparaître, rarement on extrait quelques centièmes de composés définis. Nous nous sommes proposé d'analyser ces faits dont les auteurs tiennent jusqu'à présent si peu de compte.

II. La pratique industrielle montre que quelques millièmes d'acide minéral convertissent l'amidon en glucose par une de ces actions catalytiques qui ont repris consistance.

Pour les protoplasmides chaque auteur se sert, sans les préciser, de quantités d'acide infiniment plus grandes. En ce qui nous concerne, de nombreuses expériences nous ont appris que, dans l'hydrolyse sulfurique, la matière consomme des masses d'acide qui sont pour le moins de l'ordre de grandeur des azotes à saturer sous forme d'acides aminés libérés.

Que l'hydrolyse se fasse par les acides ou par les bases fixes, il faudra toujours chasser ces agents adjuvants et créer ainsi un résidu considérable de matières minérales susceptibles de retenir, par adhérence de masse, des produits hydrolysés, déjà fort peu abondants.

Le muscle de bœuf véritablement contenu dans une boîte de conserves de 1^{kg} est séparé mécaniquement de ce qui l'accompagne, dégraissé, puis haché et bouilli plusieurs fois avec de l'eau. A chaque épuisement la matière est fortement pressée. Ce traitement ne laisse plus sensiblement de graisses ni de dérivés extractifs secondaires. On doit d'ailleurs, pendant qu'il est sec, l'épuiser par l'éther et les dissolvants neutres. Il ne reste plus alors que 240^g de tissu musculaire sec à 100°.

III. Dans toute hydrolyse, il sera indispensable de faire ces opérations préalables afin que le rendement en produits séparés commence à avoir un sens analytique inconnu jusqu'à présent. Et cela n'est qu'un minimum de soins. Aucun tissu ne peut être privé de ses cendres ni séparé abondamment en éléments histologiques; encore moins connaît-on ce qu'il contient en réalité d'eau.

La dessiccation à 100°, à poids constant, assure un état d'équilibre, nullement un rapport entre l'eau qui reste combinée et la matière protoplasmique vraie. Au delà de 100° de l'eau se dégage encore. A aucun moment on ne sait si la matière, en quelque sorte caramélisée ou lactonisée, a cessé d'être elle-même en perdant de l'eau de constitution. Dans l'expérience sur 1^{kg} de bœuf conservé, qui a laissé finalement 240^g de sec, il a fallu employer 650^g d'acide sulfurique et 1200^g d'eau. La masse totale de 2250^g contenait ainsi 29 pour 100 d'acide et seulement 10,6 pour 100 de muscle sec. Après saturation par la baryte, on a obtenu 1500^g de sulfate de baryum sec parfaitement lavé à l'eau bouillante, mais retenant 15^g de matières organiques impossibles à extraire.

Dès le début du traitement des protoplasmides apparaît ainsi l'impossibilité de fixer le poids vrai d'où l'on est parti. Puis, l'hydrolyse faite, *sans aucune perte de gaz*, il faut en utiliser les produits. Aussitôt il convient d'éliminer les adjuvants minéraux.

De la sorte, 240^g de sec initial ne laissent expérimentalement que 171^g de sec hydrolysé final. Dès la première transformation, non seulement il n'y a pas un gain visible de cette eau, qu'on ne sait évaluer, mais encore une perte de 29 pour 100, dont 6 pour 100 sont fixés par les précipités minéraux.

Les états avant et après l'hydrolyse n'ont pas entre eux de rapport connu, malgré les conditions de concentration acide et de dégraissage, toujours nécessaires, que nous signalons. L'eau, sous les deux états, ne peut être

déterminée. Comment alors accorder quelque crédit aux analyses et fixer la quotité des espèces chimiques nouvellement formées? A quoi rapporter ces quantités de matière fréquentes dans les équations, mais restées en fait d'une excessive rareté.

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Effets de la lumière sur la vision.* Note de M. **Jules Amar**, présentée par M. Lippmann.

Dans les pays du Midi, Italie, Afrique du Nord, que nous avons récemment parcourus, nous avons pu faire les observations suivantes :

1. *Acuité visuelle.* — Quelques personnes, prises au hasard, avaient une acuité visuelle, un pouvoir de discerner les détails supérieur à la normale. Relativement à leurs concitoyens de Tunisie, par exemple, ces sujets paraissaient pâles ou avaient la peau blanche. En examinant 117 artisans, formant des corporations dont la vie se passe tout entière dans des quartiers couverts, à l'abri du Soleil, ordinairement appelés *souks*, voici quelles furent nos remarques :

Toutes les vues normales, sans amétropies d'aucune sorte, soit en tout 52 cas, présentèrent une acuité visuelle supérieure à la normale, d'après les indications de l'échelle de Snellen ; elle variait de $\frac{6}{5}$ à $\frac{5}{4}$. Un sujet, conforme à ces mêmes indications, nous servait pour ainsi dire d'étalon.

Les autres cas donnèrent 31 myopes ou astigmates qui, après correction par les verres appropriés, accusèrent une acuité de $\frac{5}{6}$ à $\frac{3}{4}$, et enfin des myopies très fortes à acuité de 0,50. Tous ces ouvriers sont tailleurs, passementiers, orfèvres. En refaisant la plupart de nos observations à une heure avancée de la journée, les résultats furent les mêmes.

Donc il semble que l'action modérée du Soleil (seul en cause dans nos recherches) favorise l'acuité visuelle, et, d'autre part, que celle-ci n'est guère influencée par les variations d'éclairage.

2. *Vision des couleurs.* — Les 52 ouvriers ci-dessus, à vue normale, pouvaient reconnaître les couleurs noire, blanche, verte, jaune, rouge. On leur montrait des fils ordinaires longs de 30^{cm}, et à une distance de 2^{m}. Le rose était vu seulement à 1^{m}, et d'un peu plus près le bleu et le vert. Mais les couleurs *habituelles* à ces ouvriers, noire, jaune, gris perle, étaient vues nettement à 4^{m}.

Les écoliers, vivant à la lumière, et non abrités contre elle, perçoivent bien les couleurs, sauf le vert et le bleu qu'ils confondent, uniquement par ignorance du vocabulaire. Placés, au contraire, dans les conditions d'éclairage défectueux des quartiers ouvriers, beaucoup d'entre eux trouve le noir, *rougeâtre,* et la couleur marron, *noire.*

Nos observations portèrent sur 600 cas pris dans une école tunisienne de l'Alliance israélite.

Tandis que, en s'adressant aux écoliers arabes et à quelques libraires adonnés à la lecture, on trouve une vision des couleurs aussi bonne, mais une acuité un peu supérieure.

Ainsi, la vision des couleurs est légèrement améliorée par un éclairage habituel modéré. L'intensité de la lumière solaire paraît exercer une fatigue rétinienne permanente.

Notons enfin ce détail, qui nécessiterait d'autres recherches : que les écoliers, que les lettrés arabes, se servent de livres écrits ou imprimés sur papier *jaune clair*, couleur qui semble préserver la rétine du contraste éclatant de nos imprimés.

3. *Astigmatisme*. — La déformation de la cornée se traduit en général par la couleur plus accentuée du méridien vertical.

Le défaut inverse passait pour être extrêmement rare. Nous avons montré ailleurs (¹) que l'astigmatisme inverse croît du nord au sud de l'Italie, de l'est à l'ouest de l'Afrique.

Dans nos colonies, par exemple, il varie dans la proportion de 14 à 54 pour 100. Le taux le plus élevé est fourni par les Marocains disséminés en Algérie. Il eût été intéressant d'examiner les Marocains dans leur pays même, vers le sud où le type berbère s'est réfugié.

Ce sont là des observations d'un grand intérêt anthropologique.

Mais la déformation de la cornée obéit à des tractions musculaires que nous avons mises, à titre d'hypothèse, sur le compte de l'*intensité lumineuse*. Celle-ci produit, comme chacun sait, la constriction pupillaire où interviennent de simples actions musculaires.

En résumé, l'excès de lumière, en dehors des accidents pathologiques, met les yeux dans des conditions fâcheuses pour fonctionner normalement.

PHYSIQUE BIOLOGIQUE. — *Influence de la lumière ambiante sur la vision des signaux de nuit de la Marine*. Note de MM. **André Broca** et **Polack**, présentée par M. d'Arsonval.

Dans une Note précédente (11 novembre 1907), nous avons décrit l'appareil qui nous a servi pour étudier la vision des signaux de nuit dans une

(¹) *Bull. Acad. de Médecine*, 26 novembre 1907. Notre statistique comprend environ 1200 observations.

chambre noire ordinaire, et nous avons donné les résultats obtenus quand l'œil est plongé dans une obscurité complète, sauf la lumière extrêmement faible que donne le signal (trou de $0^{mm},07$ de diamètre placé devant une flamme d'acétylène et vu à plusieurs mètres de distance). Nous allons indiquer aujourd'hui les modifications apportées dans ce résultat par la présence de lumière ambiante faible et de grande étendue, nous plaçant ainsi dans des conditions analogues à celles qui sont réalisées souvent dans la pratique, soit à cause des lumières mêmes portées par le bateau, soit à cause du clair de lune.

Nous avons opéré avec l'appareil que nous venons de rappeler, puis, après avoir déterminé nos limites dans l'obscurité absolue, nous allumions derrière l'observateur une lampe à incandescence. Celle-ci donnait un certain éclat aux parois noires de la chambre : nous disposions des écrans convenables pour laisser dans l'ombre l'appareil lui-même, lanterne et diaphragme, afin de ne pas noyer le signal dans la lumière. Ce sont là, en effet, des conditions qui se rencontrent souvent dans la pratique; l'observateur est entouré d'objets plus ou moins éclairés, mais le signal lui-même est au loin dans l'obscurité presque complète.

Pour obtenir des conditions analogues à celles que produit une voile blanche éclairée par la lune ou la lumière du bateau et voisine de l'observateur, nous placions dans le champ visuel périphérique un large carton blanc éclairé par une lampe à incandescence de 16 bougies placée à 14^{m} (éclairement de 0,08 lux).

Nous devions nous attendre, d'après Parinaud, à trouver une action nulle de la lumière ambiante faible sur la vision centrale. Dans ces conditions, la distinction des signaux se faisant essentiellement au moyen de celle-ci, nous devions nous attendre à la trouver peu modifiée par la lumière ambiante faible. Ceci est à peu près exact, mais nous avons pu aller plus loin encore que Parinaud, et montrer que la lumière ambiante faible donne à la région centrale de la fovea, aussi bien pour la sensation lumineuse brute que pour la sensation de couleur, une sensibilité plus grande que l'adaptation complète à l'obscurité.

La connaissance de ces faits n'a qu'une importance pratique peu considérable; mais, comme ils sont assez inattendus, nous en donnons ici la description. Cela ne sera d'ailleurs pas inutile même au point de vue pratique, beaucoup de personnes étant persuadées, *a priori*, que l'adaptation à l'obscurité augmente toujours la sensibilité de l'œil.

Pour le signal bleu, on peut dire seulement que la sensibilité centrale est

assez peu modifiée par la lumière ambiante faible pour qu'on ne puisse faire une mesure nette de cette augmentation. Cependant elle existe d'une manière indéniable.

La visibilité périphérique est, au contraire, considérablement plus faible dans les mêmes conditions, puisque le signal, vu en vision indirecte à 16^m dans l'obscurité absolue, n'est plus vu que jusqu'à $4^m,50$ dans la chambre à parois noires éclairée comme il a été dit.

Le signal rouge, vu à 3^m dans l'obscurité complète, en vision centrale incolore, et jusqu'à $2^m,80$ en vision centrale colorée, et en vision périphérique incolore (voir notre Note précédente), est vu dans la chambre légèrement éclairée jusqu'à 3^m en vision centrale colorée, jusqu'à $3^m,30$ ou $3^m,40$ en vision centrale incolore. En vision périphérique, il est vu un peu moins bien que dans l'obscurité, mais la différence est trop faible pour être nettement mesurée.

Le signal incolore est vu à peu près de la même manière en vision centrale dans l'obscurité ou à la lumière basse; en vision périphérique, la lumière ambiante que nous avons employée abaisse d'un tiers environ la distance de la vision. Le virage au rouge en vision centrale décrit dans notre précédente Note se voit plutôt mieux quand il y a de la lumière ambiante.

En somme, au point de vue pratique, la lumière ambiante, dans les conditions habituelles de l'observation, ne modifie que peu la distinction des signaux puisque celle-ci exige toujours l'emploi de la fovea, et les règles que nous avons données dans notre Note précédente ne sont pas modifiées, elles sont seulement d'une application plus aisée.

Au point de vue théorique il est extrêmement curieux de voir la vision centrale diminuée lors de l'adaptation à l'obscurité, par rapport à ce qu'elle est dans une lumière ambiante faible.

On pourrait à la rigueur expliquer la meilleure distinction des couleurs par le fait que le fond éclairé offre un terme de comparaison. Mais cette explication ne suffirait pas pour rendre compte d'une augmentation, si faible soit-elle, de la sensation lumineuse pure. Il y a donc là des phénomènes très complexes, dont les tentatives d'explication ne peuvent être que du domaine de l'hypothèse. Parmi celles-ci, il en est une cependant que nous voulons mentionner. On ne connaît pas de substance photochimique qui, dans la région de la fovea, remplace le pourpre rétinien des bâtonnets. Il est cependant plausible de penser qu'une réaction photochimique est le phénomène primordial de la sensation lumineuse, aussi bien pour la vision centrale que pour la vision périphérique. Dans ces conditions, il n'est pas absurde de croire que la lumière ambiante joue sur cette substance hypothétique le rôle que joue un léger voile sur

certaines préparations sensibles à la lumière, qui deviennent plus sensibles quand elles ont subi un commencement d'action. E. Becquerel a même observé que le chlorure d'argent, ainsi légèrement impressionné par de la lumière faible, devenait sensible aux *rayons continuateurs*, comme il les a appelés, rayons incapables d'impressionner la substance quand l'attaque n'a pas été commencée.

Cette propriété n'appartient d'ailleurs pas également à toutes les substances et il n'est pas absurde de penser que la substance photosensible hypothétique du centre de la rétine se comporte autrement que le pourpre rétinien.

Sans attacher à cette hypothèse plus de valeur qu'il ne convient, nous avons trouvé utile de l'émettre pour montrer que les faits observés dans la vision ne sont pas incompatibles avec ce que nous connaissons en Photochimie.

BIOLOGIE. — *Présence de levures dans le corps adipeux de divers Coccides.* Note de MM. **A. Conte** et **L. Faucheron**, présentée par M. Alfred Giard.

En dilacérant des femelles de *Lecanium hemisphericum* récoltées à Lyon, nous y avons constaté la présence d'un grand nombre de petits corpuscules ovoïdes dont beaucoup étaient en voie de bourgeonnement. Étalés en frottis et colorés ces corpuscules montrent la structure des levures. Nous les avons ensemencés sur milieux artificiels ; bouillon de viande gélatinée, pommes de terre, carotte, jus de pruneaux, etc. ; en quelques jours ces formes levures ont végété abondamment, particulièrement sur carotte.

En aucun cas nous n'avons constaté de sporulation. Nous possédons des cultures âgées de 5 mois dans lesquelles les levures apparaissent enkystées avec une épaisse membrane et un protoplasma dont l'aspect indique un état morbide. Ce même aspect se retrouve dans les produits de dilacération de femelles mortes de *Lecanium*.

Jamais, tant sur les cultures que sur les animaux dilacérés, nous n'avons constaté de formations mycéliennes.

La levure que nous signalons dans le *Lecanium hemisphericum* présente les caractères suivants :

Dans l'animal fraîchement dilacéré elle est de forme ovoïde, généralement apiculée à une extrémité, souvent aux deux ; ses dimensions sont très variables : la longueur moyenne est de 26^{μ}, la largeur moyenne de 13^{μ} ; beaucoup sont en plein bourgeonnement ; celui-ci se fait, en général, par les extrémités apicales.

En culture sur milieux artificiels les dimensions se réduisent beaucoup : la longueur moyenne est de 8^{μ}, la largeur de 4^{μ}.

L'étude de coupes transversales de *Lecanium hemispher icum* montre que les levures sont réparties en très grand nombre dans tout le tissu conjonctif qui comble partiellement la cavité générale et répond au corps adipeux des autres Insectes; elles sont toujours intraprotoplasmiques et sur les coupes colorées apparaissent entourées d'une auréole claire; elles existent toujours en très grand nombre.

En ce qui concerne le mode de propagation de la levure il n'y a pas lieu de songer à la pénétration par la voie digestive : les Coccides sont des Insectes piqueurs et suceurs qui puisent la sève des végétaux.

L'infection par les téguments explique mal l'extrême abondance des *Lecanium* infestés : ce sont des animaux qui se déplacent peu et sont d'ailleurs très protégés par une forte cuticule de chitine. Reste la transmission par les œufs. L'étude des coupes de femelles montre des œufs à divers stades de développement : ces œufs renferment des levures placées le plus souvent directement sous le chorion, quelquefois en plein vitellus. On doit donc admettre que la propagation des levures est assurée par une transmission directe de la mère à tous les individus issus de sa ponte : ceci explique l'extrême abondance des *Lecanium* infestés.

Quels sont les rapports réciproques de la levure et de l'Insecte?

La première hypothèse qui vient à l'esprit est celle d'un parasitisme ; après un examen approfondi, elle nous paraît très douteuse pour les raisons suivantes :

1° Tous les individus de *Lecanium hemisphericum* dilacérés nous ont montré, *sans exception,* des levures.

2° Ces levures existent toujours en très grand nombre et en pleine reproduction dans le corps adipeux qui en est bourré.

3° *L'activité reproductrice du* Lecanium *n'en paraît pas atténuée* et ces insectes parasites continuent à infester les plantes du parc de la Tête d'Or où nous faisons nos observations. Des levures parasites auraient une action néfaste sur leur hôte ; nous n'avons jamais constaté semblable action.

L'hypothèse d'un simple commensalisme doit être rejetée en raison de l'habitat intra-protoplasmique et du nombre énorme de levures en pleine reproduction renfermées dans un seul individu de *Lecanium*.

L'hypothèse d'une symbiose a en sa faveur les trois arguments énoncés plus haut. Les levures vivent aux dépens du *Lecanium;* celui-ci ne paraît en éprouver aucun dommage ; peut-il en tirer quelque profit ? Nous avons montré que les levures envahissent tous le corps adipeux ; les fonctions

multiples de celui-ci s'en trouvent certainement très atténuées sinon annulées. Parmi ces fonctions, l'élaboration de diastases digestives pourrait être suppléée par des produits sécrétés par les levures. Nous n'insistons pas, pour le moment, sur une telle hypothèse dont la vérification expérimentale se heurte à de grosses difficultés, mais elle est celle qui cadre le mieux avec l'état actuel de nos observations.

Le *Lecanium hemisphericum* n'est pas le seul Coccide renfermant des formes levures. Nous en avons rencontré, toujours en très grand nombre, dans les *Lecanium oleæ, Lecanium hesperidum, Pulvinaria floccifera,* etc. Ces levures se présentent avec des aspects différents de celles du *Lecanium hemisphericum.*

L'étude comparée de toutes ces formes nous permettra seule de définir leurs affinités et d'établir, s'il y a lieu, des coupes spécifiques.

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la propriété trypanolytique du sérum dans le nagana expérimental.* Note de MM. **A. Rodet** et **G. Vallet**, présentée par M. A. Chauveau.

Dans nos publications antérieures (*Archives de Médecine expérimentale,* juillet 1906; *Société de Biologie,* 28 juillet 1906; *Comptes rendus,* 6 août 1906) nous avons donné la preuve que, au cours du nagana expérimental, le sérum acquiert une propriété nouvelle à l'égard des Trypanosomes, propriété *trypanolytique,* qui s'exprime *in vitro* par les graves altérations que le sérum fait subir aux Trypanosomes. D'après cela, nous nous sommes crus autorisés à expliquer, par la propriété trypanolytique, la disparition brusque des parasites qu'on observe sous forme de crises trypanolytiques chez certains animaux.

Par suite, nous considérions comme deux processus distincts la trypanolyse précoce et incessante, exercée par certains organes, notamment la rate, et la trypanolyse intermittente dans le sang circulant au moment des crises.

Nous avons fait de nouvelles observations sur cette dernière propriété : il nous a paru qu'il ne suffisait pas de la constater aux différentes périodes d'une crise quelconque, mais qu'il importait d'en suivre la marche dans tout le cours de la maladie, en rapport avec les crises successives et les diverses phases chez un même sujet.

Pour ces observations, de multiples précautions sont nécessaires : le sérum dont on recherche le pouvoir trypanolytique *in vitro* doit être préparé toujours dans les

mêmes conditions (produit par coagulation spontanée, son activité est différente de celle du sérum obtenu par défibrination); il faut aussi qu'il soit éprouvé dans un délai uniforme après la saignée. S'il est intéressant d'observer l'action du sérum sur ses propres Trypanosomes, il est essentiel de le faire agir aussi sur des Trypanosomes empruntés à un autre sujet et de telle sorte que les parasites pris comme réactif soient toujours dans un état aussi identique que possible. Il est indispensable que le mélange soit rigoureusement à l'abri des souillures microbiennes et soit exposé à la même température dans les différents essais. Il importe qu'il soit en couche assez épaisse et toujours uniforme; aussi, préférons-nous, plutôt que d'observer des gouttes pendantes, agir avec des quantités notables de liquide en tube où nous faisons des prises successives. Il est bon enfin que le sérum soit dilué le moins possible par le sang à Tripanosomes. Pour ces diverses raisons, le Chien présente des avantages sur le Cobaye, comme sujet d'étude, et le Rat ou la Souris, comme fournisseurs de Trypanosomes.

Un Chien est infecté le 7 juin. Dès le premier jour et successivement jusqu'à la mort (2 juillet), nous faisons une série de prises de sang par saignée d'une veine. Le sang est reçu dans un récipient stérilisé contenant des perles de verre, défibriné et centrifugé immédiatement. D'autre part, un Rat *à point* (au début de la phase de richesse du sang en parasites) est sacrifié; le sang est recueilli aseptiquement dans le cœur. Dans de petits tubes stérilisés on mélange, toujours en mêmes proportions, le sérum et le sang. Nous avons presque toujours éprouvé comparativement du sérum de Chien neuf. Enfin, plusieurs fois aussi, nous avons examiné l'action du sérum du Chien infecté sur ses propres Trypanosomes. Des préparations microscopiques faites immédiatement et d'autres faites après un temps déterminé de séjour à température constante (36°) sont étudiées, d'une part, à l'état humide (au point de vue de la mobilité des parasites), d'autre part, après coloration (pour suivre les détails des altérations).

Le sérum recueilli le premier jour de l'inoculation, ainsi que celui du septième, alors que l'examen du sang y décelait déjà des parasites, étaient dénués de pouvoir trypanolytique. Dans le sérum du dixième jour (2 jours avant la crise), cette propriété se traduisait déjà par des signes évidents d'altération des trypanosomes propres pendant les opérations même de préparation du sérum. Le douzième jour, en coïncidence avec la première crise, le sérum manifestait une propriété trypanolytique très accentuée (altération déjà très avancée des trypanosomes de Rat après 1 heure et demie, temps au bout duquel les trypanosomes sont toujours bien conservés dans le sérum du Chien neuf pris comme témoin). La propriété trypanolytique a été ensuite constatée : le lendemain de la première crise; 2 jours plus tard, alors que les trypanosomes reparaissaient dans le sang (première reprise); la veille de la dernière crise; au commencement de la deuxième reprise; enfin 2 et 3 jours plus tard, la veille et le jour même de la mort,

sans qu'on remarquât de différence notable dans l'intensité de la trypanolyse déterminée par ces divers échantillons.

Le pouvoir agglutinatif s'est comporté autrement, avec des maxima précédant immédiatement les crises.

Dans les phases de reprise d'infection, les trypanosomes mêmes du Chien étaient nettement moins sensibles à l'action trypanolytique du sérum que les trypanosomes du Rat.

Nous avons enfin constaté que le chauffage du sérum à 55° lui fait perdre, au moins en partie, sa propriété trypanolytique.

En tenant compte de l'ensemble de toutes nos observations, nous pouvons formuler les propositions suivantes : 1° chez les animaux sans crises (Rat), le pouvoir trypanolytique du sérum croît graduellement, à partir du moment où il s'établit, jusqu'à la mort; 2° chez les animaux à crises (Chien), cette propriété se développe avant la première crise et persiste ensuite jusqu'à la fin. D'après cela, il n'est pas possible de voir dans cette propriété trypanolytique un résultat, une conséquence des crises. Dans la mesure où les observations faites sur le *sérum* s'appliquent au *sang circulant*, il est légitime de considérer au contraire cette propriété comme facteur de la disparition critique des trypanosomes, et la résistance particulière accusée ensuite par les parasites comme une des conditions des reprises d'infection.

MÉDECINE. — *Pathogénie du glaucome.* Note de M. **A. Terson**, présentée par M. Lannelongue.

La pathogénie du glaucome doit avant tout s'éclairer par l'étude de la Pathologie générale. Dans le glaucome primitif, il faut faire une place à part aux variations et modalités de la pression sanguine *pathologique*. Nous avons constaté, avec M. Campos, les premiers (1897-1898) l'existence de l'hypertension artérielle chez les glaucomateux et nous rappellerons les recherches ultérieures de Bajardi, H. Joseph et Frenkel. L'opinion qui attribuerait exclusivement le glaucome à l'hypertension artérielle est trop simpliste. S'il en était ainsi, tout hypertendu artériel (tel qu'un brightique) serait forcément glaucomateux, ce qui n'est pas exact. De plus l'hypertension de l'œil peut subsister, alors que la pression sanguine a baissé. L'état de la tension sanguine n'est qu'un des éléments du problème pathologique et pathogénique et les médications correspondantes sont encore à l'étude.

Chez le glaucomateux, en plus de la fréquente hypertension artérielle,

une série de facteurs ont la plus grande importance pathogénique. L'hérédité, le sexe, les conditions sociales, les diathèses, surtout le neuro-arthritisme, les troubles osmotiques, les lésions de l'appareil cardio-vasculaire et rénal, parfois des infections générales et des intoxications, sont des causes où les éléments nerveux, vasculaire et toxique sont diversement combinés, surtout dans le glaucome *chronique*.

Le glaucome *hémorragique* est la plus haute expression de l'artériosclérose locale et générale, avec hypertension artérielle.

Le glaucome *aigu* diffère notablement des précédentes variétés et pourra probablement être reproduit expérimentalement. Il y a ici un élément actif, *fluxionnaire*, mais qui n'a *rien d'inflammatoire* et qui doit, pour nous, comme nous le soutenons depuis longtemps, être classé dans les *œdèmes aigus*, exsudatifs, séro-albumineux, qu'on observe dans d'autres régions (poumon, larynx, etc.).

L'hypersécrétion est donc au plus haut degré dans le glaucome aigu; mais, dans tous les glaucomes, la projection, brusque ou lente, de l'iris en avant et son adhérence aux voies de filtration de l'œil favorisent l'hypertonie par rétention combinée à l'hypersécrétion dans la plupart des cas.

Dans le glaucome *seccondaire*, la rétention et l'oblitération des voies de filtration sont, sauf dans quelques exceptions, primitives.

Pour la *reproduction* expérimentale du glaucome, les expériences directes sur l'œil ne donnent que des hypertonies secondaires, radicalement différentes du glaucome primaire, et n'ont aucun intérêt.

Le but à poursuivre est de produire le glaucome aigu sans toucher à l'œil. Le glaucome aigu a si souvent un caractère subit, presque expérimental, comme l'œdème aigu, qu'il doit constituer le type d'études et l'idéal à atteindre. Le terrain de choix serait le singe anthropomorphe, qui est le seul animal dont les voies de filtration oculaire soient presque identiques à celle de l'homme. On suivra, pour la mise en état de *réceptivité* glaucomateuse et pour le détail des expériences, les recherches qui ont déjà (Le Calvé, Josué, Teissier et d'autres) amené la reproduction expérimentale des œdèmes aigus.

La pathogénie des glaucomes n'avancera que si on la remet ainsi, cliniquement et expérimentalement, sur cette voie nouvelle de la pathologie générale.

MÉDECINE. — *La mort subite des enfants par le thymus et dans l'anesthésie chloroformique (Étude anatomique, physiologique et clinique).* Note de M. R. **Robinson**, présentée par M. O. Lannelongue.

L'attention a été de nouveau attirée sur certains cas de mort subite des nouveau-nés et à la suite de l'anesthésie par le chloroforme. On a incriminé les parents dans le premier cas, l'impureté du chloroforme dans l'autre. Des recherches cadavériques on a conclu que c'était le thymus qui était cause de cette mort inexpliquée. En effet, cette glande de la vie fœtale et des premières années de la vie extra-utérine a quelquefois un volume considérable soit par hyperplasie congénitale, soit par hypertrophie pathologique. Mais son rôle dans le cas particulier a donné lieu aux divergences, en ce sens que quelques auteurs comme Astley Cooper, Virchow lui ont attribué une action compressive sur les organes médiastinaux, tandis que Friedleben, un auteur souvent cité dans la matière, conteste la possibilité d'une compression par le thymus sur le cœur, sur les vaisseaux et les nerfs, de même que sur les voies respiratoires.

Baudelocque et Blache, Grawitz, Brouardel n'ont constaté aucune diminution du calibre de la trachée dans les cas dont ils ont fait l'autopsie. *A priori*, une telle compression n'est guère possible de la part d'un viscère dont la consistance est plutôt molle. En outre, on a observé quelques cas où le thymus était relativement petit.

Pour élucider cette question, j'ai étudié, au point de vue anatomique, le thymus et ses rapports en même temps que la topographie du nerf phrénique, du péricarde et des plèvres. Mes recherches ont porté sur des nouveau-nés et sur des embryons humains et de mouton. J'ai fait durcir mes sujets à la glycérine ou au formol, injecté les vaisseaux et traité les nerfs par l'acide osmique ou par les sels d'argent.

Le thymus, qui descend de la base du cou vers la moitié supérieure du cœur et va quelquefois jusqu'au contact du diaphragme, est enveloppé d'un tissu conjonctif qui se continue en haut avec l'aponévrose cervicale, en bas avec le péricarde et latéralement avec les plèvres. Ce *fascia thymique* est plus ou moins épais et souvent adhérent aux parties adjacentes. Il forme latéralement avec la plèvre une gouttière conique, en coque de bateau, au fond de laquelle on voit, par transparence, le nerf phrénique accompagné des *vasa pericardiaca*. Une coupe sagittale passant au milieu du lobe droit et vers le bord externe du lobe gauche du thymus tombe sur le nerf et les vaisseaux. Cette différence de rapports est expliquée par l'Embryologie : dans les premiers

stades de l'évolution, la cavité thoracique est en grande partie occupée par le péricarde primitif, tandis que l'ébauche pulmonaire est située dans une étroite gouttière (diverticule thoracique du cœlome de His). Plus tard, les poumons se développent, poussent la plèvre vers la ligne médiane et occupent une grande partie de la place occupée par le péricarde. L'œsophage et surtout l'aorte située vers le flanc gauche de la colonne vertébrale poussent en avant et en dehors le nerf phrénique gauche. Celui-ci est enserré dans cette poussée de la plèvre entre cette séreuse et le péricarde. Il se rend à la portion ventrale (ant.) du diaphragme, car c'est cette portion seule (*Septum transversum*) qui est formée; la portion dorsale ne sera constituée que plus tard et recevra son nerf par une voie détournée.

Cette disposition du phrénique explique le danger qu'il peut courir dans le cas d'un accolement de la plèvre, du péricarde et du fascia thymique, par un processus inflammatoire, scléreux, destructif. Certains cas de mort subite dans la pleurésie reconnaissent probablement comme origine cette particularité anatomique. Laschka y voit la cause de quelques troubles insolites observés dans les lésions pleuro-pulmonaires.

Arrivé au niveau du diaphragme, le nerf phrénique rencontre toujours la plèvre et le péricarde. Ses connexions sont intimes avec les séro-appendices qui se relèvent du diaphragme vers le cœur. A l'instar de leurs congénères, dont j'ai eu l'honneur de présenter récemment à l'Académie une étude préliminaire, ces séro-appendices sont richement vascularisés, réglant la circulation du péricarde et peut-être celle du cœur par quelques anastomoses avec les vaisseaux coronaires. Ils sont également susceptibles de s'enflammer, de produire des adhérences, de se calcifier et d'étouffer les nerfs et les vaisseaux avec lesquels ils sont en contact.

Enfin, le nerf diaphragmatique a des anastomoses avec le nerf vague, les splanchniques, les nerfs intercostaux. A la suite de Laschka qui les a rencontrées chez l'homme, de Ramström qui les a étudiées chez le chat, je les ai trouvées chez le jeune mouton et chez l'homme.

Ce sont justement ces anastomoses qui nous apporteront une solution à la question posée. Voici d'abord des faits :

J'ai déjà publié après Briquet, Angelo Mariani, un cas d'apnée dû à la paralysie du nerf phrénique. A voir ces malades, on croit qu'ils vont mourir. L'atropine donne lieu au même syndrome chez les individus dont les organes respiratoires ne fonctionnent pas normalement. Gubler avait constaté le fait; j'ai publié, de mon côté, un cas identique. Le chloroforme va plus loin, il paralyse d'abord le diaphragme, ensuite le cœur. Duchenne (de Boulogne) cite des cas de mort subite chez des sujets dont le nerf phrénique est paralysé, à la suite de la *moindre bronchite*. M. Potocki a observé un cas de mort subite chez un nouveau-né dont l'autopsie a montré un gros thymus adhérent avec « absence d'un poumon ». Lancereaux a publié des cas de mort subite dans les affections nerveuses abdominales. Lauensteint interprète les cas de mort subite dans certaines lésions péritonéales, dans la

fièvre typhoïde par l'anastomose nervo-nerveuse des rameaux péritonéaux qui viennent du phrénique. Un coup brusque sur l'épigastre de jeunes animaux produit dans certains cas la mort subite.

Ces faits tant expérimentaux que d'observation impartiale montrent que la mort subite est le résultat de la paralysie diaphragmatique (syncope respiratoire) suivie de la paralysie du pneumogastrique et de ses rameaux cardiaques (syncope cardiaque) par les anastomoses nervo-nerveuses incontestables. C'est une grande chaîne qui entoure la cloison thoraco-abdominale qui commande la vie et la mort de l'individu.

Dans cette courte Note, j'ai tâché de résumer le résultat de mes deux années de recherches. Je termine ce travail en citant une idée sage d'un grand savant qui vient de disparaître : « Un travail ne vaut un souvenir durable s'il n'a pas entraîné la Masse avec lui dans sa signification et dans ses plans scientifiques. » (Émile Selenka). J'aurai toujours à cœur de me conformer dans mes études à ce grand principe.

MÉDECINE. — *Action du chlore sur le bacille tuberculeux*. Note de MM. **Moussu** et **Goupil**, présentée par M. d'Arsonval.

Parmi les propriétés du bacille tuberculeux, la plus caractéristique, celle qui est considérée comme fondamentale par excellence, est celle dite *de l'acido-résistance*. Pendant longtemps, cette propriété a été considérée comme appartenant en propre et exclusivement aux substances grasses et cireuses qui imprègnent les bacilles et les protègent de façon si efficace contre toutes les influences d'altération et de destruction. Les recherches d'Auclair, venant après celles de Behring, ont montré que toutes les parties constituantes des bacilles sans exception, substances adipo-cireuses, matières protoplasmiques et stroma cellulosique étaient acido-résistantes. L'acido-résistance persiste malgré l'action des dissolvants des substances grasses et des matières protoplasmiques et même malgré l'action de solutions de potasse portées à l'ébullition.

D'où il résulte que la plupart des réactifs employés (alcool, éther, chloroforme, éthers de pétrole, solutions de potasse, etc.), pour modifier, dissocier ou désorganiser les éléments constituants des bacilles tuberculeux, restent sans action sur la propriété fondamentale de ces bacilles.

Or, au cours de recherches effectuées sur l'action de certains agents chimiques contre le bacille tuberculeux, nous sommes arrivés à constater un

fait nouveau, qui consiste dans la possibilité de faire disparaître assez rapidement l'acido-résistance. Il se produit en même temps une modification profonde dans la constitution du bacille, modification que nous préciserons ultérieurement.

Lorsqu'on soumet des bacilles tuberculeux en état de culture humide et fraîche à l'action du chlore, celui-ci a d'abord pour effet de tuer ces bacilles, puis rapidement de se combiner avec les éléments de constitution pour modifier profondément l'état primitif. Le chlore se combine avec l'hydrogène de l'eau d'imprégnation, avec les acides gras et les matières cireuses, avec le protoplasma et la cellulose pour donner des produits de substitution ou d'addition dont l'étude est poursuivie et sur lesquels nous aurons l'occasion de revenir.

Au cours de ces actions, il y a formation d'acide chlorhydrique en quantité appréciable, et la réaction de la masse bacillaire est franchement acide. Apparemment ces bacilles ont été blanchis, et l'ensemble forme une masse pâteuse légèrement hygrométrique, même après séjour prolongé à l'air libre pour provoquer la disparition de l'excès de chlore d'imprégnation.

En faisant une émulsion homogène de cette masse dans l'eau distillée, nous avons trouvé qu'il fallait en moyenne 25^{cg} de carbonate de soude pour neutraliser l'acidité de 1^{g} de bacilles frais chlorés.

Colorés par la méthode d'Erlich ou de Ziehl, les éléments se teintent uniformément, mais cette coloration ne résiste plus à l'action des acides dilués : acide azotique à $\frac{1}{3}$ ou acide sulfurique à $\frac{1}{4}$, l'acido-résistance est disparue. En opérant à intervalles successifs, par des préparations multiples depuis le début de l'action du chlore, on assiste à la diminution progressive puis à la disparition de l'acido-résistance. Cette diminution de l'acido-résistance n'est d'abord que partielle et imparfaite, donnant après recoloration au bleu une teinte intermédiaire d'aspect violacé, pour devenir complète et absolue dans la suite.

Sous l'action prolongée du chlore, la modification de constitution des bacilles tuberculeux est d'ailleurs très profonde, car on peut les détruire dans leur continuité et leur aspect. Si après agitation énergique avec des billes de verre, pour en obtenir des émulsions aussi homogènes que possible, on en fait ensuite des préparations, on constate que les éléments bacillaires n'ont plus leur aspect normal, qu'ils sont dissociés, comme granuleux et fragmentés, se présentant à l'examen bactériologique sous forme de petites sphérules ou granulations de dimensions très faibles, indifférentes aux colorants.

Cette modification d'aspect est due à la formation de dérivés bacillaires chlorés, doués de propriétés particulières.

GÉOLOGIE. — *Sur la présence du Trias dans les montagnes de Gigondas (Vaucluse) et sur les phénomènes de charriage qui s'observent dans ce massif.* Note de M. **L. Joleaud**.

A l'ouest du mont Ventoux s'élèvent une série de crêtes remarquablement découpées qui ont reçu les noms significatifs de *dentelles* et d'*aiguilles* et sont situées au voisinage du village de Gigondas.

Les terrains jurassiques et crétacés qui constituent la majeure partie de ces reliefs ont fait, il y a plusieurs années déjà, l'objet d'une étude stratigraphique extrêmement minutieuse de la part de M. Léenhardt. Les sédiments attribués par ce géologue à la série tertiaire comprenaient : l'*Horizon de Suzette*, le Lacustre à gypse et la Mollasse marine. Nous avons montré dans une Note récente [1] que les dépôts de la Mollasse marine de Gigondas devaient être rapportés partie au Burdigalien, partie à l'Aquitanien. Les couches lacustres à gypse, qui décrivent un immense arc de cercle autour de la plaine de Carpentras, comprennent, dans l'ensemble de la région, cinq groupes d'assises : 1° des calcaires à moules d'Hélices, de la taille de l'*Helix Corduensis*; 2° des calcaires à *Melanoides Lauræ*, où nous venons de découvrir des restes de *Cadurcotherium Cayluxi*; 3° des sables où nous avons rencontré tout récemment *Acerotherium Filholi*; 4° des marnes multicolores et des gypses; 5° des calcaires à empreintes de Poissons, de facies identique aux couches d'Aix. L'âge stampien des calcaires (2°) et des sables (3°) est rigoureusement établi par la présence des Mammifères précités, dont nous devons la détermination à MM. Depéret et Roman; les Hélices des calcaires (1°) semblent plutôt indiquer aussi le Stampien. Les assises (4°) et (5°), qui rappellent tout à fait la série d'Aix, pourraient être rapportées au Sannoisien, ainsi que M. Depéret l'avait déjà proposé, précisément pour les dépôts des environs d'Aix.

L'*Horizon de Suzette* comprend lui-même deux groupes : à la partie supérieure des grès grossiers rouges et des conglomérats bréchoïdes, alternant avec des marnes, des sables, et même de petits bancs calcaires; à la base des cargneules, des dolomies, des calcaires bleuâtres en bancs épais, des argiles irisées, des gypses, etc. Près du Petit-Montmirail, on voit les grès rouges reposer sur des calcaires sannoisiens inférieurs qui sont eux-mêmes superposés aux marnes sannoisiennes supérieures, tandis que les cargneules, dolomies, etc., sont subordonnées aux marnes oxfordiennes, qui supportent à leur tour les calcaires tithoniques.

Les différences pétrographiques qui existent entre les assises supérieure et inférieure de l'*Horizon de Suzette* sont particulièrement nettes. Tandis que les premières sont de facies identique aux couches éocènes inférieures de Mérindol, éocènes moyennes de Jocas, etc., les secondes rappellent tout

---

[1] *Comptes rendus*, t. CXLIV, 1907, p. 345.

à fait le Trias et l'Infralias des régions méditerranéennes. Les couches rouges affleurent toujours au contact des sédiments oligocènes, principalement sur les bords du massif; les cargneules, dolomies, etc., occupent, au contraire, le centre du relief, où elles sont constamment en relation avec le Jurassique. L'attribution des couches détritiques rougeâtres à l'Éocène et de l'ensemble cargneules-dolomies, etc., au Trias et à l'Infralias est en complet accord avec les documents paléontologiques fournis par l'*Horizon de Suzette : Planorbis pseudo-ammonius,* découvert par Fontannes dans un bloc calcaire peu roulé, à la surface des sables oligocènes et au voisinage immédiat des couches rouges; fragments d'*Encrines* et d'*Ammonites,* découverts par M. Léenhardt dans les calcaires en bancs épais qui s'intercalent au milieu des cargneules et des dolomies du centre du massif.

L'étude détaillée des terrains qui occupent le revers sud-occidental du massif de Gigondas (Burdigalien, Aquitanien, Stampien, Sannoisien et Éocène), révèle l'existence, dans cette partie de la bordure de la plaine du Comtat, d'accidents tectoniques extrêmement complexes : 1° *renversement* et *refoulement* des terrains qui se trouvent en contact avec le Trias sur ceux qui sont situés plus en contre-bas au voisinage de la plaine; *ce renversement et ce refoulement affectent indistinctement des terrains quelconques de la bordure;* 2° *écrasement en biseau* des assises tertiaires par le glissement à leur surface de l'ensemble Trias-Jurassique et *formation de klippes* le long de cette surface; 3° *décollement* produit par les poussées tangentielles suivant la surface de contact du Trias et du Jurassique et *étirement intensif* le long de celle-ci, de telle sorte que les sédiments liasiques, mésojurassiques, calloviens et parfois même une partie ou la totalité des assises oxfordiennes, sont restés en profondeur.

Tout le cortège habituel des *phénomènes de charriage* se trouve donc exister sur le bord sud-occidental du massif de Gigondas.

Des terrains qui affleurent à l'intérieur de ce même massif, Trias, Infralias, Oxfordien, Rauracien, Séquanien, Kimeridgien, Portlandien, Berriasien, Valanginien et Hauterivien, les deux derniers seuls se retrouvent dans les reliefs voisins du Ventoux et de Vaison. Par contre la plupart des terrains qui contribuent à la formation du Ventoux et du massif de Vaison, Barrémien, Aptien, Albien, Cénomanien, n'existent pas dans les montagnes de Gigondas. Dans l'ensemble Ventoux-Gigondas-Vaison, les Dentelles de Gigondas paraissent constituer, en raison de leur nature géologique, une *masse exotique,* et cette impression semble confirmée aussi bien par l'acuité de leurs lignes de reliefs, qui contraste singulièrement avec la monotonie du modelé de la Haute-Provence, que par leur allure tectonique qui diffère profondément de celle des régions voisines.

Les montagnes de Gigondas sont constitués par une série de plis imbriqués,

couchés au Sud-Est, et dont les axes, d'abord sensiblement parallèles et tous orientés NE-SO, finissent par converger du côté de l'Ouest vers un même point, situé un peu à l'est du village de Gigondas, comme si la poussée tangentielle qui leur a donné naissance avait été déviée à l'Ouest par la rencontre d'une masse résistante.

Ainsi qu'il est aisé de s'en rendre compte, sur de nombreux points de la bordure du massif, cet ensemble de plis imbriqués chevauche sur les assises tertiaires du bord de la plaine.

Des rochers jurassiques et néocomiens, isolés au milieu de la dépression tertiaire d'Entrechaux, relient les plis les plus septentrionaux des montagnes de Gigondas aux affleurements jurassiques et néocomiens qui s'observent, à la faveur de dislocations considérables, à l'est de la montagne de Bluye, près du village de Pierrelongue. Au sud de la dépression d'Entrechaux, les anticlinaux de la crête de Bluye et du synclinal de la Plate s'ennoyent sous les dépôts tertiaires de Malaucène, au sud desquels s'étale largement la grande masse triasique, jurassique et néocomienne de la partie méridionale des montagnes de Gigondas. Plus au sud encore, on voit celle-ci chevaucher sur le prolongement occidental des derniers plis-failles du Ventoux (pli-faille du signal de Sueil continué par la barre écrétacée du sud-est de Font-Salé; pli-faille de la crête du Ventoux continué par la barre du Barroux).

Les dentelles de Gigondas apparaissent, dès lors, comme le résultat de phénomènes de charriage dus au refoulement vers le Sud-Est de la partie occidentale de la montagne de Bluye.

GÉOLOGIE. — *Sur le Néocrétacé de l'Argolide.* Note de MM. **Ph. Négris** et **Const.-A. Ktenas**, transmise par M. Albert Gaudry.

Les environs de l'Asklépeion ne sont pas seulement remarquables par la présence du Trias ammonitifère, signalé par MM. Frech et Renz, mais aussi par *le renversement d'une série de couches qui paraît s'étendre du Trias jusqu'au Crétacé supérieur.* C'est ainsi qu'une coupe NO, menée par le gisement des Ammonites situé près de l'Asklépeion et les collines de Théokaphta et de Skinias, rencontre les couches suivantes :

1° Calcaire rouge triasique à Ammonites, Orthoceras, etc.

2° Hornstein rouge sans fossiles.

3° Calcaire puissant gris, avec lits et rognons de hornstein gris blanchâtre, formant le sommet de la colline de Théokaphta.

4° De nouveau, hornstein de diverses couleurs, remplacé localement par une forma-

tion de grès et de schiste argileux. En prolongement de cette couche, on rencontre, vers le ravin de Vromoneri, de la serpentine.

5° Alternance de marnes calcaires et de calcaires marneux, en bancs, avec les fossiles suivants, dont nous devons la détermination à l'obligeance de M. Félix de Leipzig :

Radiolites sp.;

Omphalia, très voisine de *O. Kefersteinii* Münst. sp. (Turonien supérieur);

Natica, forme parente de *N. Requieniana* d'Orb. (Angoumien);

Nerinea, forme parente de *N. Buchi* Zck. (Turonien supérieur);

Turritella.

Ces couches, formant la colline Skinias jusqu'à la chapelle de Hag. Georgios, appartiennent, d'après le même savant, à l'Angoumien ou au Sénonien inférieur.

6° Calcaire gris clair, avec sections de rudistes indéterminables, passant au grès de la vallée de Lygourio par une mince couche de calcaire rouge qui souvent disparaît.

Toutes ces couches sont orientées généralement NE, avec variations tantôt vers le NNE et tantôt vers l'ENE; elles inclinent au Sud dans un ordre renversé, puisque le Crétacé plonge sous le Trias. Les assises comprises entre le Trias et l'Angoumien ne nous ont pas fourni de fossiles.

On retrouve le Néocrétacé sur d'autres point de l'Argolide. C'est ainsi qu'au monastrère de Karakalas, contre l'Arachnœon, des bancs de grès alternant avec des couches puissantes de conglomérat et inclinant fortement au NE, sont surmontés, *en discordance,* sur la colline de Paliambelo, au-dessus du monastère, par un calcaire gris, marneux par endroits. Nous avons constaté dans ce calcaire la présence des fossiles suivants :

Spondylus forme parente de *S. Requienianus* Math. (Angoumien).

Cardium et *Turritella.*

Les conglomérats recouverts par ce calcaire contiennent des galets de hornstein noir et rouge, de quartz, de différentes roches basiques, de grès, de rares galets de calcaire gris et rouge et quelquefois blanc et d'un quartz-porphyre bleu verdâtre. Ils doivent être considérés, à cause de la composition minéralogique des galets, comme identiques au conglomérat de Pronia dont l'âge kiméridgien a été fixé par M. Cayeux ([1]).

La même discordance se présente sur la colline qui porte la citadelle antique, à Katchingri, entre le monastère de Karakalas et Nauplie, entre un calcaire à sphærulites néocrétaciques (déterm. M. Douvillé) et une formation de grès. Celle-ci forme la continuation du système de grès et conglomérats kiméridgiens de Karakalas, mais pourrait peut-être, comme âge, remonter à un niveau plus récent, si le calcaire à Hippurites découvert par M. Renz sur la route de Nauplie à Lygourio forme bién des couches subordonnées au grès ([2]).

Ainsi le grès de la vallée de Lygourio appartiendrait à plusieurs horizons, parmi lesquels figure avec certitude le Kiméridgien.

([1]) *Bull. Soc. géol. Fr.*, 1904, p. 100.

([2]) *Centralblatt für Min., Geol. und Petr.,* 1906, p. 549.

Encore plus au Sud, au sud-est d'Hagia Moni, on retrouve encore un calcaire qui paraît être la continuation du calcaire de Katchingri et qui recouvre encore ici un conglomérat à ciment psammitique, dans lequel l'expédition de Morée avait constaté la présence de *Diceras*, retrouvé par nous-même.

Enfin le calcaire turonien apparaît de nouveau entre Piada et Palæa Epidavros, où l'on trouve dans des couches bien stratifiées un gisement de rudistes, en nombre considérable, près de Hagios Nikolaos. Parmi ces rudistes figure le *Radiolites hellenicus*.

De tout ce qui précède il résulte qu'outre la discordance observée par M. Cayeux, dans la vallée de Pronia, entre l'Infracrétacé et le conglomérat kiméridgien (¹), il existe *une autre discordance qui se poursuit à travers une grande partie de l'Argolide entre le Néocrétacé (Angoumien) et les grès et conglomérats*, par endroits déterminés comme jurassiques. Cependant, au nord de l'Argolide, contre le village de Hag. Vasilios, ce même conglomérat est recouvert par le calcaire tithonique de Philippson, sans qu'on puisse dire s'il y a discordance ou non.

Rappelons d'ailleurs que, dans l'Attique, la formation calcaire néocrétacique, reposant sur les schistes et grauwackes d'Athènes, commence par l'Angoumien, comme l'a constaté l'un de nous (²). L'inclinaison des couches calcaires, au mont Lykabète, fait un angle très marqué avec le plan de contact des deux formations, ce qui pourrait démontrer encore ici une discordance, comme l'avait déjà avancé M. Nasse (³).

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte de Vertébrés dans les mollasses oligocènes du Fronsadais (bassin de la Gironde).* Note de M. G. VASSEUR, présentée par M. Michel Lévy.

On sait que, dans le bassin de la Gironde, l'Oligocène inférieur se compose des *mollasses du Fronsadais*, surmontées par le *calcaire de Castillon* à *Nystia Duchasteli*. Cet ensemble peut être synchronisé avec les dépôts du bassin de Paris qui recouvrent les *marnes blanches supra-gypseuses*, c'est-à-dire les *marnes vertes* à *Cyrena convexa* et le *calcaire de la Brie*. Ces formations n'ayant fourni jusqu'à présent aucun reste de Mammifère, la question

(¹) *Loc. cit.*, p. 98.

(²) C.-A. KTENAS, *Comptes rendus*, 1907, 25 mars.

(³) *Zeitschrift d. deutschen geol. Ges.*, t. XXXIV, p. 151.

n'a pu être résolue de savoir si la faune terrestre oligocène fit son apparition dès les premiers temps de la période.

La seule indication que nous possédions à cet égard nous a été fournie par le gisement de Ronzon, près du Puy, où depuis longtemps on a découvert, dans un niveau marneux, une série remarquable de Mammifères.

On a rencontré, en effet, dans ce terrain, un certain nombre de types caractéristiques de l'Oligocène moyen, associés aux derniers *Palæotherium* devenus très rares, et M. Boule en a judicieusement conclu que cette faune, à caractères mixtes, devait appartenir à une division intermédiaire de la série géologique, c'est-à-dire à l'Oligocène inférieur [1] (niveau du calcaire de Brie).

Le gisement que nous venons de découvrir dans le Lot-et-Garonne appartient à une assise interstratifiée dans la série, et dont l'âge reconnu depuis longtemps ne saurait être discuté.

Les mollasses du Fronsadais se montrent dans le Médoc et le Blayais avec un facies saumâtre caractérisé par la présence d'une *Ostrea* voisine de *O. longirostris;* elles reposent, dans cette région, sur les marnes à *Anomia girondica* que nous avons vues se continuer, dans le Castillonnais et le Périgord, avec les calcaires à *Palæotherium* et *Xiphodon,* et sont recouvertes par les *argiles à nodules* et le *calcaire* de Castillon (Sannoisien supérieur). Cette assise est donc comprise, comme les *marnes vertes parisiennes,* entre les couches à faune paléothérienne et les sédiments palustres à *Nystia Duchasteli;* enfin, la similitude de situation s'accuse encore si l'on observe que, dans les deux bassins, ces derniers calcaires supportent également la puissante formation marine de l'étage stampien.

Quand on suit, dans la direction de Libourne, les mollasses du Fronsadais, on constate que le dépôt saumâtre, très fossilifère à l'Ouest, s'appauvrit progressivement, pour prendre enfin les caractères d'une formation palustre, susceptible par conséquent de fournir des restes de Vertébrés. Sous ce dernier rapport cependant, nos recherches, poursuivies depuis une vingtaine d'années, étaient restées aussi infructueuses que celles de nos devanciers, et nous ne pouvions, dans ces conditions, conserver l'espoir de solutionner un jour, dans cette région, l'intéressant problème paléontologique précédemment énoncé.

Une observation de Tournouër, datant d'une quarantaine d'années, et

---

[1] On sait cependant que le niveau de Ronzon est supérieur aux couches à *Palæotherium* de la région.

faite aux environs d'Auriac (Lot-et-Garonne), devait cependant retenir toute notre attention.

En 1865 ([1]) et 1867 ([2]), Tournouër avait signalé la découverte de nombreuses dents de *Paloplotherium minus* dans une argile exploitée près d'Auriac, à la base même des mollasses du Fronsadais.

Dans la coupe qu'il en a publiée, 7^m de sable séparaient l'argile à *Paloplotherium* du calcaire de Castillon. Il hésite dans l'attribution de la couche fossilifère à l'assise mollassique ou à l'Éocène supérieur et paraît finalement pencher pour cette dernière détermination.

La découverte que nous venons de faire est beaucoup plus concluante, parce qu'il s'agit cette fois d'un dépôt dont l'âge n'est pas discutable et de Vertébrés caractéristiques du terrain oligocène.

C'est à 3^{km} environ d'Auriac, mais dans la commune de Pardailhan, et à 2300^m de la tuilerie de Gravelines aujourd'hui abandonnée, que nous avons recueilli, dans la mollasse du Fronsadais, des restes de Mammifères. La tuilerie de Soumailles exploite en cet endroit deux horizons argileux séparés par l'assise mollassique et surmontés par le calcaire de Castillon.

Dans un niveau de sable fin graveleux, nous avons recueilli 45 mâchoires inférieures de *Paloplotherium minus* et plusieurs autres ossements de Mammifères, des restes de Tortues et de Crocodiles et une dent d'un genre nouveau de *Rhinocéridé*.

PALÉOBOTANIQUE. — *Sur quelques plantes fossiles nouvelles dans le Sparnacien de la région parisienne.* Note de M. **P.-H. Fritel**, présentée par M. R. Zeiller.

Dans les argiles sparnaciennes du bassin de Paris, dont j'étudie la flore en ce moment, j'ai reconnu la présence de deux Nymphéacées nouvelles qui me paraissent, sinon absolument identiques, du moins extrêmement voisines des genres suivants : *Nelumbium* et *Nuphar*.

Au premier de ces genres je crois pouvoir rapporter des organes assez communs dans la couche d'argile noire ligniteuse qui couronne les « fausses glaises » à Arcueil (Seine).

Comparés aux akènes des espèces actuelles, ces organes, pour lesquels je propose le

---

([1]) *Comptes rendus,* 31 juillet 1865.

([2]) *Soc. géol. de Fr.,* 2e série, t. XXIV, p. 833.

nom de *Nelumbium palæocenicum*, ne m'ont paru différer de ceux du *Nelumbium luteum* Willd. que par leur taille, qui est un peu moindre. Ils sont particulièrement conformes aux akènes d'un échantillon de l'herbier du Muséum de Paris, étiqueté sous le nom de *N. Jamaïcense*, synonyme de l'espèce précédemment citée.

La seconde Nymphéacée que j'ai l'honneur de signaler à l'Académie est représentée par un lambeau de rhizome provenant des argiles noires feuilletées ligniteuses qui se rencontrent à la base de l'argile plastique à Vanves et à Issy (Seine), c'est-à-dire à un niveau stratigraphique sensiblement inférieur à celui dans lequel l'espèce précédente a été rencontrée.

Cette empreinte de rhizome, d'une conservation médiocre, laisse néanmoins distinguer, à sa surface, des cicatrices pétiolaires et radiculaires ayant de grandes analogies avec celles qui ornent les rhizomes des *Nuphar* actuels.

On peut appliquer à cette empreinte le nom de *Nymphæites nupharoides*, en attendant que la découverte probable d'organes plus complets permette d'en préciser l'attribution générique.

Les cicatrices pétiolaires m'ont paru très voisines de celles du *N. advena*, dont j'ai pu observer le rhizome; quant aux cicatrices radiculaires, dont la disposition reste incertaine, elles sont aussi extrêmement rapprochées, par leur forme et leur structure, de celles que l'on peut voir sur les espèces vivantes.

Je crois devoir rapporter au même type un fragment de radicule présentant tous les caractères de ceux des *Nuphar* actuels et recueilli par M. H. Thomas dans l'argile plastique de Tavers (Seine-et-Marne).

Jusqu'à ce jour on ne connaissait en France, comme *Nelumbium* fossiles, que les deux formes décrites par le Mis de Saporta, l'une *N. provinciale* Sap. des lignites aturiens de Fuveau (Bouches-du-Rhône), et l'autre *N. protospeciosum* Sap. des calcaires marneux aquitaniens de Manosque (Basses-Alpes). La forme sparnacienne vient donc relier, dans le temps, les deux espèces précédemment citées.

Du genre *Nuphar* on ne connaît, dans la région parisienne, qu'un seul représentant fossile : *N. dubium* Bureau, découvert par Watelet dans le calcaire grossier supérieur de Jouy (Aisne) et qui s'éloigne notablement, d'ailleurs, de la forme sparnacienne que je signale ici.

La similitude qui paraît exister entre les deux Nymphéacées paléocènes et les formes qui vivent actuellement dans les régions subtropicales de l'Amérique boréale me semble confirmée par la présence, dans les mêmes sédiments, de rameaux de *Sequoia* et de troncs de *Taxodium distichum*, ainsi que par l'abondance, au même niveau, de débris de poissons rapportés aux genres *Amia* et *Lepidosteus*, actuellement confinés dans les eaux douces de la Californie, de la Floride et du nord du Mexique.

A l'époque où les deux Nymphéacées que je viens de signaler ornaient les eaux douces de la région parisienne, d'élégantes Fougères habitaient le bord de ces eaux; elles ont laissé les débris de leurs frondes dans les argiles noires du conglomérat de Meudon et dans celles du Montois.

La détermination de ces Fougères est rendue très difficile par l'état fragmentaire des restes qui nous en révèlent l'existence.

Il en est une cependant, que j'inscris sous le nom d'*Asplenium Issiacense*, dont les pinnules lancéolées, à bords découpés par des denticulations acérées, sont longuement atténuées à leur sommet, ce qui permet, en joignant à ces caractères ceux fournis par la nervation, qui est bien nette, de rapprocher cette forme de certaines Aspléniées vivantes de la section *Euasplenium*, parmi lesquelles je citerai : *A. serra* Langsd. et Fisch., *A. macrophyllum* Sw. et *A. nitens* Sw.

Enfin je signalerai encore la présence incontestable, dans l'argile plastique de Tavers (Seine-et-Marne) et dans celle de Neaufles-Saint-Martin (Eure), de Légumineuses représentées, soit par des folioles, soit par des légumes, en général de petite taille, indices de l'existence probable, en ces points, de stations beaucoup moins humides que celles où végétaient les espèces énumérées ci-dessus.

OCÉANOGRAPHIE. — *Étude d'un fond marin côtier provenant de la Manche.* Note de M. J. THOULET.

L'échantillon a été recueilli par le capitaine Letalle, le 16 septembre 1907, à la profondeur de 25^m, lat. = 50° 43′ 30″ N, long. = 2° 13′ W (Paris), dans le sud-est de New-Haven (Angleterre).

L'échantillon a été analysé mécaniquement avant et après attaque à l'acide étendu; le calcaire a été dosé, les minéraux inattaqués ont été passés à la liqueur d'iodures ($d = 2,8$), à l'électro-aimant gradué et examinés au microscope. Il doit être dénommé *sable fin médiocrement calcaire avec gravier fin de coquilles brisées*.

Sans donner ici les résultats de l'analyse détaillée, l'analyse sommaire peut être mise sous la forme :

Sable	quartzeux	72,5
	lourd	6,0
	léger attirable	2,6
Argile ferrugineuse		1,9
Calcaire		17,0
		100,0

Le sable lourd est composé de nodules de limonite pisolitique dont la majorité est d'un noir brillant, le reste de couleur rouge brique mate et jaune ocreux. On y reconnaît la présence de grains très rares et très petits de zircon et de corindon.

Le sable léger attirable à l'électro-aimant consiste en grains pisolitiques rouge brique, jaune ocreux et blanc sale ainsi qu'en glauconie.

Le sable léger non attirable est du quartz en grains arrondis, du feldspath (rare), du silex en fragments très rares et très petits.

L'argile est ferrugineuse.

Les nodules de limonite pisolitique sont identiques comme aspect aux nodules contenus dans les terrains jurassiques de Lorraine. La plupart sont mamelonnés, noirs et comme vernis; les autres sont rouge brique, rouge jaunâtre pâle et blanc sale; ces derniers sont souvent poreux. Traité microchimiquement par les acides chlorhydrique et azotique, les grains jaune pâle et les blancs font souvent effervescence; tous donnent la réaction du phosphore et laissent un résidu de silice gélatineuse.

Un minerai de fer d'Eulmont et un nodule ferrugineux de Malzéville près Nancy, réduits en fins fragments, offraient sous le microscope le même aspect de grains jaune brun rougeâtre translucides sur les bords et, soumis aux mêmes réactions, ils ont donné des résultats identiques, quant à la présence de la silice et du phosphore. Le minerai d'Eulmont contenait en outre de l'argile.

La formation de ces nodules marins s'expliquerait de la manière suivante :

Un débris organique tombé sur le fond apporte le phosphore, peut-être sous forme de phosphate de soude, qui, réagissant sur le carbonate de chaux dissous dans l'eau de mer, sert de noyau (Bleicher) à un nodule de phosphate et de carbonate de chaux; la silice dissoute dans l'eau ambiante remplace, en totalité ou partie, le carbonate de chaux et l'attraction moléculaire de l'oxyde de fer, extrêmement énergique, vient ensuite remplacer le calcaire et une partie de la silice. Ce fer est emprunté à l'argile ferrugineuse ambiante provenant de la décomposition des minéraux ferrugineux, soit sur les continents d'où elle est apportée à la mer par les fleuves, soit au sein même de la mer. Cette genèse en eau marine peu profonde pourrait s'appliquer aux gisements de fer lorrains. L'échantillon étudié est un minerai à 6 pour 100 d'oxyde de fer.

L'explication s'appliquerait encore aux nodules phosphatés qu'on trouve en mer profonde aux endroits où se produit un mélange brusque d'eaux chaudes et d'eaux froides comme à la rencontre d'un courant chaud et d'un courant froid, provoquant une forte mortalité d'êtres marins et l'accumulation de leurs restes sur le fond. Mais dans les vases de haute mer, le fer étant beaucoup moins abondant que sur les côtes, le calcaire, au contraire,

très abondant et le calme des eaux très grand, les nodules beaucoup plus gros sont constitués presque uniquement par du phosphate de chaux avec une proportion variable de silice, d'oxydes de fer, de manganèse et de carbonate de chaux.

L'absence de grains de silex mérite d'attirer l'attention, étant donnée la richesse en silex des côtes crétacées environnantes; elle s'explique par la violence des courants de marées et autres régnant dans ces parages. Les gros grains sont enlevés et les rares petits grains conservés sont ceux qui par suite de circonstances favorables sont tombés sur le fond au milieu de la masse des grains quartzeux plus gros qui les ont protégés contre l'enlèvement. C'est en aval des courants, sur les plages de Belgique, de Hollande, d'Allemagne et de Danemark qu'il faut chercher les silex crétacés de France et d'Angleterre. On voit ainsi que des débris minéraux caractéristiques permettent de remonter vers leur localité d'origine mais peuvent ne pas se trouver à l'endroit même d'où ils proviennent.

M. **Miecislas Wolfke** adresse une Note *Sur la propagation de l'énergie dans les milieux isotropes*.

(Renvoi à l'examen de M. Boussinesq.)

M. **Pierre Bonnier** adresse une Note intitulée : *Un nouveau type de dirigeable.*

(Renvoi à la Commission d'Aéronautique.)

A 5 heures un quart l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 6 heures.

A. L.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 décembre 1907.

Les grandes Institutions de France. *L'Institut de France,* par Gaston Boissier, Gaston Darboux, Georges Perrot, Georges Picot, Henry Roujon, Secrétaires perpétuels ; Alfred Franklin, Administrateur honoraire de la Bibliothèque Mazarine; Ouvrage illustré de 189 gravures. Paris, Renouard, H. Laurens, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté en hommage par M. G. Darboux.)

Internationale Assoziation der Akademien, 29 *Mai bis* 2 *Juni* 1907. *Dritte Generalversammlung in Wien vom* 29 *Mai bis* 2 *Juni* 1907, *unter dem Vorsitze der kais. Akademie der Wissenschaften in Wien.* Bericht über die Verhandlungen. Vienne, 1907; 1 fasc. in-4°.

Mission scientifique permanente d'exploration en Indo-Chine. Décades zoologiques : Oiseaux, n° 8. Hanoï, 1907; 1 fasc. in-4°. (Exemplaire n° 128.)

Expédition arctique française, organisée sous le haut patronage de S. A. S. le Prince de Monaco, de MM. les Ministres de la Marine, de l'Instruction publique, du Commerce et de l'Industrie, par la Société d'Océanographie du golfe de Gascogne, avec le concours de la Ligue maritime française, 1908. Paris, imp. E. de Ceuninck, 1908 ; 1 fasc. in-4°.

The Ziegler Polar Expedition 1903-1905. *Scientific results,* obtained under the direction of William-J. Peters, edited by John-A. Fleming ; pub. under the auspices of the National geographic Society by the estate of William Ziegler. Washington, 1907 ; 1 vol. in-4°.

Notice sur les Travaux scientifiques de M. B. Baillaud. Toulouse, Édouard Privat, 1907; 1 fasc. in-4°.

Adolf von Baeyer's gesammelte Werke, herausgegeben zur Feier des siebzigsten Geburtstages des Autors von seinen Schulern und Freunden, mit eingedrukten Abbildungen. Brunswick, Friedrich Vieweg et fils, 1905; 2 vol. in-8°.

Théorie des groupes finis. Éléments de la théorie des groupes abstraits, par J.-A. de Séguier. Paris, Gauthier-Villars, 1904. (Hommage de l'auteur.)

Production et utilisation des gaz pauvres, par L. Marchis, préface de M. Maurice Levy, Membre de l'Institut. Paris, H. Dunod et E. Pinat, 1908. (Hommage de M. Maurice Levy.)

Le principe de la conservation de l'assise et ses applications, suivi de deux Notes, par Georges Matisse. Paris, A. Hermann, 1907; 1 vol. in-8°.

Exercices pratiques de Chimie, par A. Mermet. Matériel simplifié. 1er Volume : Classes de seconde C et D. Paris, Félix Juven; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Troost.)

La Science séismologique, les tremblements de terre, par le Comte DE MONTESSUS DE BALLORE, avec une Préface par M. ED. SUESS, Associé étranger de l'Institut; 22 figures et cartes dans le texte et hors texte. Paris, Armand Colin, 1907; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. de Lapparent, pour le Concours du prix Wilde de 1908.)

Traité de Géologie, par ÉMILE HAUG; I : *Les phénomènes géologiques ;* 195 figures et cartes et 71 planches de reproductions photographiques. Paris, Armand Colin, 1907 ; 1 vol. in-8°. (Présenté par M. Michel Lévy.)

Recherches sur l'évolution morphologique des Alpes de Transylvanie (*Karpates méridionales*), par E. DE MARTONNE. Paris, Ch. Delagrave, 1907; 1 vol. in-8°. (Hommage de l'auteur.)

La Faune momifiée de l'ancienne Égypte, et Recherches anthropologiques, par le Dr LORTET, Correspondant de l'Institut, et M.-C. GAILLARD; 3e série. (Extr. des *Archives du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon.*) Lyon, Henri Georg, 1907 ; 1 fasc. in-4°. (Hommage des auteurs.)

ERRATA.

(Séance du 21 octobre 1907.)

Note de M. *Z. Tchougaeff,* Sur une méthode sensible pour la recherche du nickel en présence du cobalt :

Page 680, ligne 14 en remontant, *au lieu de* précipité nettement noirâtre, *lisez* précipité nettement rosâtre.

(Séance du 18 novembre 1907.)

La dépêche de M. *Landerer,* page 839, doit être lue ainsi :

Observé Mercure temps superbe. Disque rond plus noir que noyaux. Taches. Sans auréole.